



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

ESTUDIO SEGURIDAD BOBINADORA IHT

Carlos Odériz Santos

Tutor: Pedro Gonzga Veléz

Pamplona, Julio 2011



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

ESTUDIO SEGURIDAD BOBINADORA IHT

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Carlos Odériz Santos

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, Julio de 2011



ÍNDICE

1. OBJETIVO DEL PROYECTO	3
2. DESCRIPCION DE LA MAQUINA	3
2.1. INTRODUCCION Y PROPOSITO	3
2.2. PARTES PRINCIPALES	3
2.2.1. DESBOBINADOR 1	4
2.2.2. CASSETTE CENTRAL	4
2.2.3. DESBOBINADOR 2	6
2.2.4. REBOBINADOR.....	6
2.2.5. ALINEADORES DE BANDA.....	7
2.2.6. EJES EXPANSIBLES	8
2.2.7. EMPALMADOR MANUAL	8
2.3. CARACTERISTICAS TECNICAS	9
2.4. REGLAJES DE LA MAQUINA.....	9
2.4.1. INTRODUCCIÓN	9
2.4.2. ENCENDIDO DE LA UNIDAD.....	9
2.4.3. PANTALLA DE CONTROL	10
2.4.3.1. PANTALLA DE INICIO.....	10
2.4.3.2. PANTALLA DATOS GENERALES.....	11
2.4.3.3. DIAGNOSIS LOGIX	12
2.4.3.4. DIAGNOSIS POWERFLEX.....	12
2.4.3.5. DESBOBINADOR 1	13
2.4.3.6. ZONA HUMEDA.....	14
2.4.3.7. CABEZA DOSIFICADOR.....	15
2.4.3.8. DESBOBINADOR 2	16
2.4.3.9. REBOBINADOR.....	16
2.4.3.10. ALARMAS	17
2.4.3.11. SET UP, PARAMETRIZACION	17
2.5. MODOS DE FUNCIONAMIENTO	19
2.5.1. MODO NORMAL	20
2.5.2. MODO AJUSTE.....	20
2.5.3. MODO MANTENIMIENTO	21
2.5.4. MODO PASO PAPEL.....	22
2.5.5. MODO PARO.....	23
3. REQUISITOS ESENCIALES SEGURIDAD Y SALUD.....	23



4. REAL DECRETO 1644/2008	24
4.2. INCORPORACIÓN DEL DERECHO COMUNITARIO EUROPEO Y REFERNCIAS A DIRECTIVAS DEROGADAS.....	24
4.3. TERMINSO Y OBLIGACIONES ESTABLECIDOS POR EL REAL DECRETO 1644/2008.	25
4.3.1. DEFINICION.....	25
4.3.2. COMERCIALIZACION Y PUESTA EN SERVICIO.....	25
4.3.3. INSTALACIÓN Y UTILIZACION DE LAS MAQUINAS.....	25
4.3.4. MARCADO CE.....	25
4.3.5. PRESUNCION DE CONFORMIDAD Y NORMAS ARMONIZADAS.....	26
4.3.6. EVALUACION DE RIESGOS	26
4.4. DEFINICIONES	26
4.5. PRINCIPIOS DE INTEGRACION DE LA SEGURIDAD	27
4.6. MATERIALES Y PRODUCTOS	27
4.7. DISEÑO DE LA MAQUINA CON VISTAS A SU MANUTENCION.....	27
4.8. SISTEMAS DE MANDO Y ORGANOS DE ACCIONAMIENTO	27
4.9. PUESTA EN MARCHA	29
4.10. PARADA Y PARADA DE EMERGENCIA	29
4.11. SELECCIÓN DE MODOS DE MANDO O DE FUNCIONAMIENTO.....	29
4.12. FALLO DE LA ALIMENTACION DE ENERGIA	30
4.13. RIESGOS RELACIONADOS CON LOS ELEMENTOS MOVILES	30
4.14. ENERGIA ELECTRICA	31
4.15. SEPARACION DE LAS FUENTES DE ENERGIA	31
4.16. ERRORES DE MONTAJE	32
4.17. TEMPERATURAS EXTREMAS	32
4.18. RIESGO DE QUEDAR ENCERRADO EN UNA MAQUINA	32
4.19. RIESGO DE RESBALAR, TROPEZAR O CAER.....	32
4.20. MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA	32
4.21. ACCESO A LOS PUESTOS DE TRABAJO O LAS PUNTOS DE INTERVENCION.....	32
5. NORMA EUROPEA	33
6. DETERMINACION DEL PERFORMANCE LEVEL REQUERIDO (PLr) SEGÚN LA NORMA EN ISO 13849-1:2006	35
7. OBTENCION DE LA CATEGORIA DE LA MAQUINA SEGÚN LA NORMA EN ISO 13849-1:2006.....	37
7.1. CONCEPTOS	37
7.1.1. TIEMPO DEMISION	37
7.1.2. TIEMPO MEDIO PARA FALLO PELIGROSO (MTTFd).....	38
7.1.3. COBERTURA DE DIAGNOSTICO, DC	38
7.1.4. NIVEL DE RENDIMIENTO,PL.....	39
7.2. JUSTIFICACION DE LA CATEGORIA ESCOGIDA PARA LAS FUNCIONES DE SEGURIDAD DE LA MAQUINA	40
8. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD.....	41
9. SISTEMA	44

1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo el estudio de seguridad y salud de una bobinadora de la empresa ValcoMelton. Con dicho estudio nos aseguraremos que la citada máquina cumpla el marcado CE.

2. DESCRIPCION DE LA MAQUINA

2.1. INTRODUCCION Y PROPOSITO

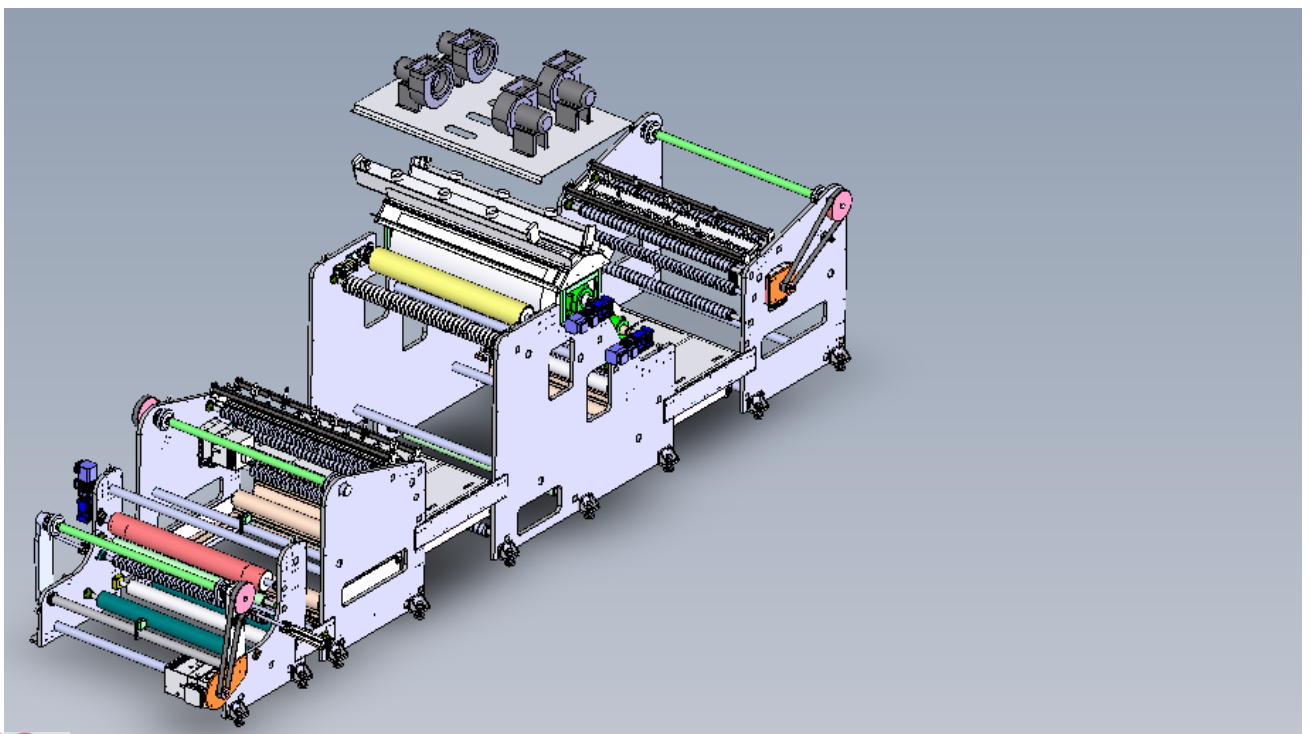
Una bobinadora puede tener multitud de aplicaciones pero como la empresa ValcoMelton se dedica a la creación de maquinaria para la aplicación de adhesivo, dicha bobinadora trabajará con adhesivo.

El propósito de la citada máquina será la fabricación de pegatinas. La bobinadora tendrá dos entradas de papel. Por un lado entrará el papel que servirá de base y por el otro lado entrará el papel que hará la función de pegatina. El movimiento de los rollos de papel por la máquina será realizado por unas bobinas. En un punto de la máquina está situada una pistola de adhesivo que hará la aplicación entre los dos papeles y creará la pegatina.

A la pistola se le suministrará adhesivo por un equipo situado aparte de la bobinadora y que aportará la propia empresa.

2.2. PARTES PRINCIPALES

La bobinadora de adhesivo está compuesta por cuatro bloques principalmente. Éstos serían: Desbobinador 1, Desbobinador 2, Cassete central y Rebobinador.



2.2.1. DESBOBINADOR 1

Situado antes del aplicador de laminación de adhesivo, su función es desbobinar las bobinas de material a una tensión fijada por el usuario. Esta tensión se mantendrá constante durante todo el proceso. La tensión del material viene controlada por las células de carga, ver imagen:



La tensión se controla desde la pantalla en un rango de valores del 1 al 100%. Siendo la relación porcentaje peso de 1 a 1, es decir un 1% sería un 1Kg y un 100% serían 100Kg de peso.

Los materiales que se pondrán en el Desbobinador 1 serán todos los directos y el papel siliconado.

Posteriormente el material pasa por el alineador de banda. Los alineadores de banda son unos dispositivos que permiten centrar el material. Posteriormente serán explicados más en profundidad.

2.2.2. CASSETTE CENTRAL

En el Cassette Central se encuentra la pistola de laminación encargada de la aplicación del adhesivo. Ver imagen:



Dicha pistola es también de la empresa Valcomelton y corresponde con una pistola modelo FlexCoat con un ancho de laminación de 800 mm.

La aplicación de adhesivo se hace por laminación por lo que es necesario que exista contacto entre el aplicador y el rodillo de silicona. El soporte de la pistola dispone de unos cilindros que permiten acercar y alejar la pistola de forma automática.

Para correcta aplicación y posterior curado del adhesivo es necesario refrigerar los cilindros. Para ello, la bobinadora dispone de unos refrigeradores de agua que refrigeran el cilindro siliconado de aplicación y el cilindro de acero de curado. En el Cassette central se llevan todas las operaciones relacionadas con la aplicación del adhesivo. Estas incluyen el curado del adhesivo. El curado de adhesivo se hace por medio de lámparas UV. Éstas están situadas en la parte superior del Cassette central. Las lámparas están tapadas por una campana y refrigeradas por la acción de cuatro extractores de aire.



Las lámparas pueden ser extraídas de forma individual, además todo el conjunto puede ser elevado gracias a unos cilindros situados en las esquinas del soporte. Todo esto facilita en gran medida las tareas de mantenimiento que sean oportunas.

Toda la bobinadora puede ser controlada y parametrizada desde la pantalla táctil situada en un lateral del Cassette central.

En la siguiente fotografía se puede ver una vista lateral del cassette central. En esta vista podemos apreciar la pantalla de control en el lado izquierdo.



2.2.3. DESBOBINADOR 2

Al igual que el desbobinador 1, su función es proporcionar material. Pero en este caso el material utilizado será para hacer “transfer”, es decir, la aplicación de adhesivo se hará sobre un papel siliconado y posteriormente aplicamos soporte sobre este papel. El soporte puede ser norwoven o foam.

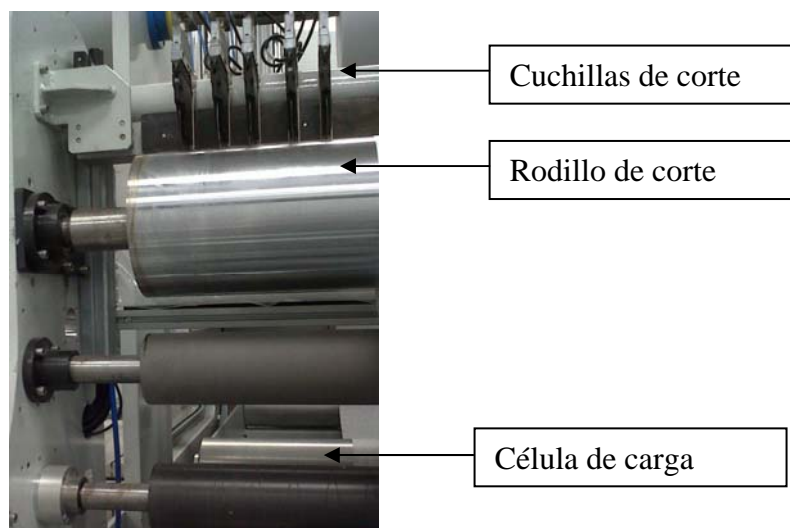
El material es desbobinado a tensión constante, pero a diferencia del Desbobinador 1 la relación porcentaje-peso es diferente. Debido a que el material de transferencia hay que desbobinarlo a tensiones muy bajas se ha colocado una célula de carga más pequeña. Mientras que en el Desbobinador 1 las células de carga son de 100 kg, en el Desbobinador 2 las células son de 25 Kg. De esta forma la relación porcentaje- peso es de 1-0'25, de forma que el 100% equivale a 25 kg de tensión.

2.2.4. REBOBINADOR

La función del rebobinador es crear la bobina de producto adhesivado. Este elemento puede generar bobinas en jumbo, material sin cortar, o master rolls, que se aplica alguna de las cuchillas de corte.



En la siguiente fotografía se puede la posición de las cuchillas en el conjunto del rebobinador:

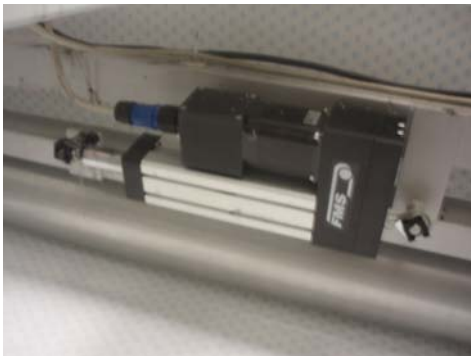


En la imagen anterior también se aprecia la colocación de células de carga. Estas células de carga controlan la tensión en el bobinado, pero a diferencia de los desbobinadores, en este caso se puede controlar la variación de tensión.

2.2.5. ALINEADORES DE BANDA

La bobinadora dispone de tres alineadores de banda. El primero se encuentra entre el Desbobinador 1 y el cassette central y tiene la función de alinear el material a la entrada de la pistola. El segundo se localiza entre el Desbobinador 2 y el cassette central y su función es centrar el material a la entrada de la calandra. Por último, el alineador 3 se encuentra situado en el desbobinador 2 y sirve para centrar el material a la entrada del rebobinador.

Los alineadores de banda son dos cilindros que gracias a un movimiento circular consiguen mover el material hacia la izquierda o la derecha hasta lograr corregir las posibles desviaciones del material. El movimiento de los cilindros se consigue con la ayuda de un motor, ver fotografía:



La parte de control de los alineadores está compuesta por un sensor y por un controlador. Los sensores se sitúan en una guía a la salida del material. Por otro lado los controladores están situados en la parte exterior de la máquina.



Los controladores se programan mediante los botones situados en la parte frontal.

Existen dos clases de sensores. Por un lado tenemos los sensores ópticos, aptos para cualquier material excepto para los materiales transparentes. En caso de querer alinear un material transparente (Silvalac, Nordemia, Epurex...) es necesario utilizar sensores ultrasónicos. Los sensores ultrasónicos no funcionan correctamente con materiales como telas o nonwoven.

La máquina fue suministrada con ambos sensores, en las siguientes fotografías se muestra la diferencia entre ambos sensores.



Sensor Ultrasónico



Sensor óptico

2.2.6. EJES EXPANSIBLES

La máquina tiene 3 ejes expansibles sobre los que se colocan las bobinas del material y un en el bobinador del producto terminado. Estos ejes van montados sobre unos soportes especiales que se bloquean mecánicamente al iniciar el giro.

2.2.7. EMPALMADOR MANUAL

En cada desbobinador hay un empalmador manual para facilitar el cambio de bobina. Tiene dos cierres neumáticos, uno superior y otro inferior para liberar o bloquear el material.



2.3. CARACTERISTICAS TECNICAS

ELEMENTO	DATOS
GENERAL	
Tensión de alimentación	380V+N+T (50-60Hz)
Aire comprimido	Acometida de aire, tubo Ø12
Temperatura de trabajo	De 100 a 200 °C
CONTROL	
Tipo de control	Automático o manual a través del control

2.4. REGLAJES DE LA MAQUINA

2.4.1. INTRODUCCIÓN

La máquina tiene dos maneras de funcionar: manual y automática. En el modo manual el operario podrá realizar de movimientos para verificar el reglaje de la máquina, pero nunca debe realizar el adhesivo de un sustrato.

En la maquina se puede regular mediante las indicaciones de la pantalla táctil la velocidad de funcionamiento de la misma. En base a esta, la regulación del encolador es automática.

En el modo automático se utiliza un programa introducido previamente, el operario coloca los sustratos y cuando se cumplan las condiciones de funcionamiento de la máquina está lista para su funcionamiento a través de la indicación en la pantalla de maquina Off / maquina On.

La temperatura y la presión de alimentación del adhesivo esta controlada por el equipo de alimentación.

2.4.2. ENCENDIDO DE LA UNIDAD

La maquina dispone de dos tipos de acometida. Por un lado toda la parte de control está conectada a una linea 220V, mientras que la parte de potencia se conecta a una linea de 380V.

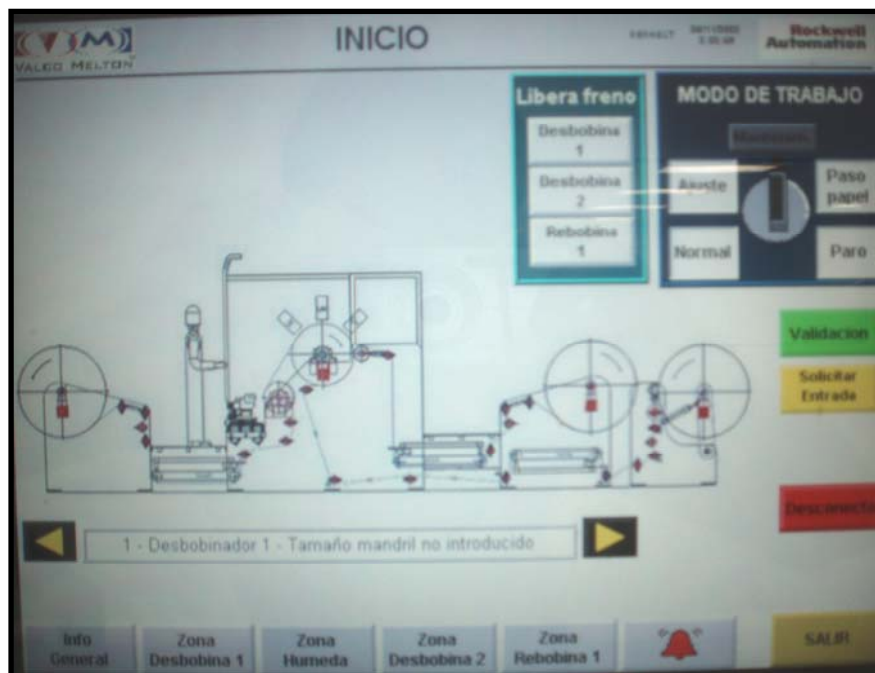
Para poner en funcionamiento el equipo una vez conectada la tensión de control hay un interruptor ON/OFF en el lateral del armario eléctrico, una vez en la posición ON, todos los controles se realizarán con las opciones existentes en la pantalla táctil. Una vez acabado el trabajo de la maquina se procederá a acabar poniendo el pulsador en la posición OFF de nuevo. Para apagar la parte de control es necesario bajar el magnetotérmico situado en el armario eléctrico de la sala.

2.4.3. PANTALLA DE CONTROL

Cuando se encienda la máquina aparecerá en el panel la siguiente pantalla. Será la pantalla inicial.

2.4.3.1. PANTALLA DE INICIO

En la pantalla de inicio encontrará el selector de modos y los diferentes botones de navegación. Además del botón de conexión/desconexión.



MODOS DE TRABAJO: Puede elegir entre 5 modos de funcionamiento.

1. Modo Normal: Es el modo de trabajo. Es necesario tener toda la seguridad para poder seleccionar el modo Normal.
2. Modo Ajuste: Se selecciona para poder ajustar la posición y reglajes de la pistola.
3. Modo Mantenimiento: Seleccione este modo para realizar cualquier tarea de mantenimiento.
4. Paso Papel: En este modo podrá enhebrar el papel con ayuda de los motores
5. Paro: Seleccione este modo si la máquina va a permanecer parada.

VALIDACIÓN: Siempre que cambie de modo se debe pulsar el botón validación. Al cambiar de modo dispone de un tiempo de 5 segundos para validar la operación, si transcurrido ese tiempo el modo no ha sido validado, la máquina entrará en fallo.

CONEXIÓN/DESCONEXIÓN: Para encender o apagar la máquina.

SOLICITAR ENTRADA: Este botón enclava o desenclava los micros de seguridad distribuidos por toda la máquina. Deberá pulsar este botón si desea abrir alguna de las protecciones.

LIBERA FRENO: Al pulsar estos botones conseguirá liberar el freno de los diferentes motores. Los motores del rodillo de acero refrigerado y del rodillo de aplicación siliconado no tienen freno.

En la parte inferior se encuentran los botones de navegación.

2.4.3.2. PANTALLA DATOS GENERALES



Si en la pantalla INICIO pulsa el botón de Info. General irá directamente a esta pantalla. Al igual que en la pantalla inicio, en ésta también aparece el selector de modos, el botón de validación y la solicitud de abrir puertas.

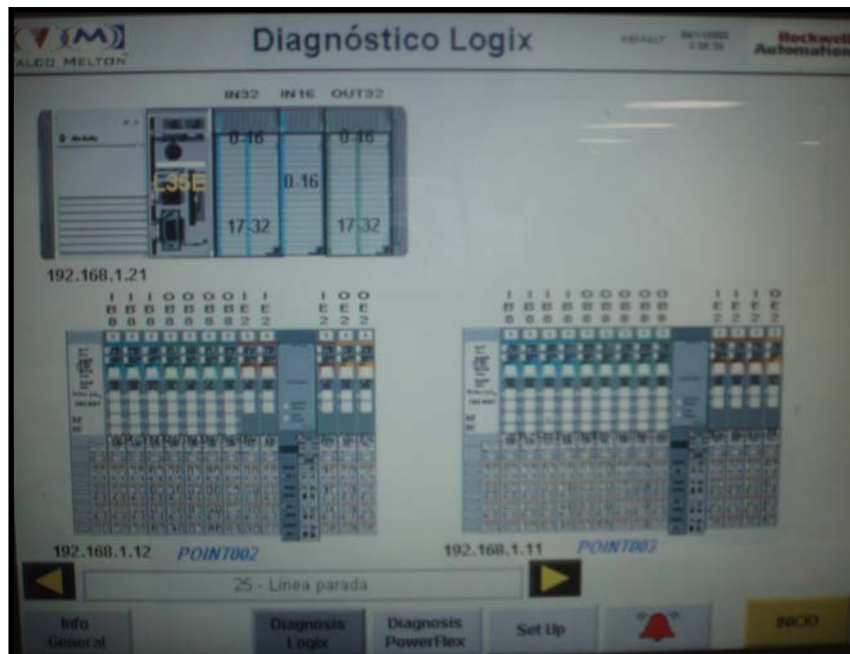
VELOCIDAD DE LINEA: Al pulsar el botón “Cambiar” podrá introducir directamente la velocidad de línea en metros por minuto.

Podrá visualizar información de los motores como revoluciones por minuto o intensidad consumida. Además podrá saber la cantidad de metros que han sido procesados.

A partir de esta pantalla podrá acceder a las pantallas de diagnóstico o pantalla de Set up, donde podrá cambiar los parámetros de la máquina.

2.4.3.3. DIAGNOSIS LOGIX

En esta pantalla puede visualizar el estado de las entradas y salidas remotas, así como el estado del autómat.



2.4.3.4. DIAGNOSIS POWERFLEX

En esta pantalla puede visualizar el estado de los variadores de frecuencia que controlan los motores:



2.4.3.5. DESBOBINADOR 1



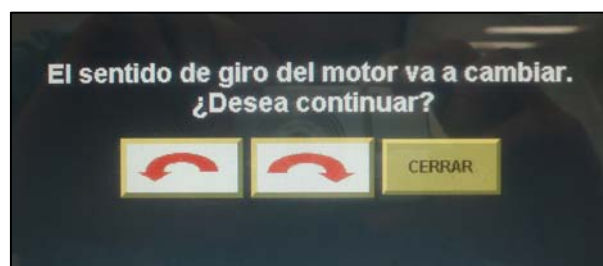
Esta pantalla proporciona información al usuario del estado en que se encuentran los diferentes elementos localizados en el Desbobinador 1.

Aparte de proporcionar información, hay tres campos que son necesarios introducir para el correcto funcionamiento de la máquina:

AVISO FINAL BOBINA: Para que la máquina se detenga es necesario decirle a la máquina cuando debe hacerlo, para ello le tenemos que decir qué cantidad de material debe dejar en el mandrino antes de que pare. El valor se introduce en mm y corresponde a la cantidad de material extra que quedará en la bobina (introducimos el valor del diámetro extra)

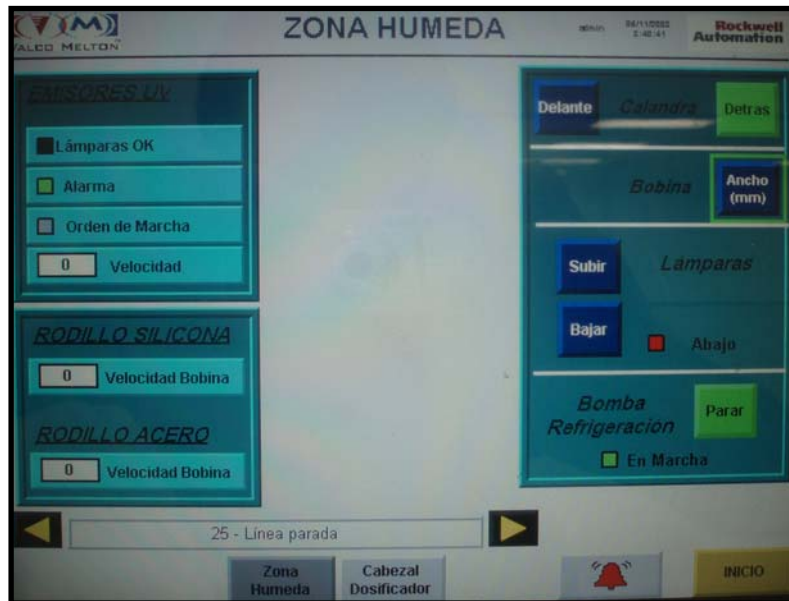
TAMAÑO MANDRIL: Los mandrilos pueden tener dos tamaños diferentes 3 o 6 pulgadas. Para que la máquina sepa que tamaño aplicar debemos decírselo. El valor se introduce en mm y corresponde al diámetro del mandrilo.

SENTIDO DE GIRO: Esta máquina permite la posibilidad de trabajar con los motores en dos direcciones de giro. Con este botón le decimos qué dirección de giro queremos para esa bobina. Al presionar el botón aparecerá el siguiente banner:



Seleccione la dirección de giro y presione el botón cerrar.

2.4.3.6. ZONA HUMEDA



A la izquierda de la pantalla podrá visualizar información del estado de las lámparas UV, del rodillo de silicona y del rodillo de acero.

A la derecha de la pantalla encontrará una serie de botones con lo que realizar diferentes operaciones:

CALANDRA DELANTE/DETRÁS: Para tareas de mantenimiento podrá mover tanto la calandra hacia delante como hacia detrás. Para realizar cualquier movimiento recuerde tener las protecciones cerradas.

LAMPARAS SUBIR/BAJAR: Con este botón podrá elevar o descender las lámparas.

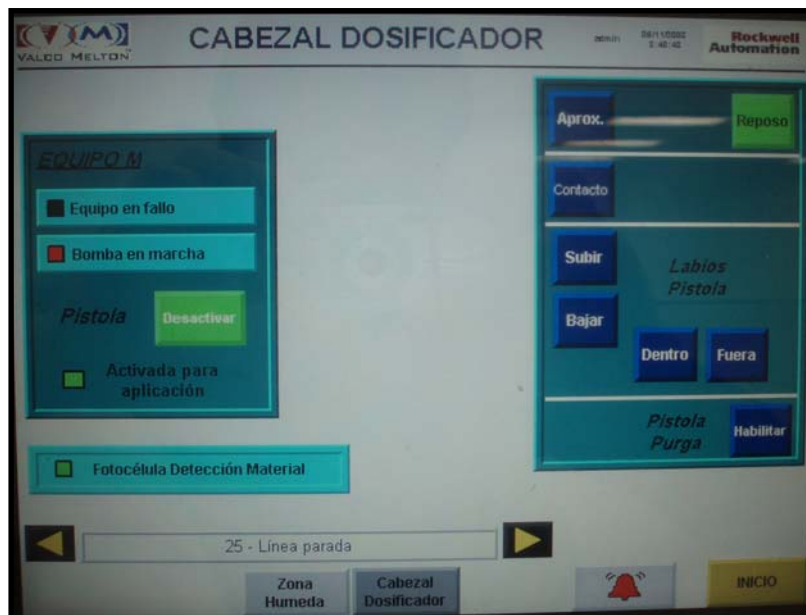
PARO/MARCHA REFRIGERACIÓN: Para encender la refrigeración es necesario presionar este botón (así como para apagarla). Para que la máquina funcione siempre deberá estar encendida la refrigeración de los rodillos. Además existe un retraso de 5 minutos desde que se da marcha a la refrigeración hasta que tiene el permiso para arrancar la bobinadora.

CABEZA DOSIFICADOR: Presione este botón para ir a la pantalla de la pistola de adhesivo.

INICIO: Ira directamente a la pantalla de inicio.

ALARMAS: Ira directamente a la pantalla de alarmas.

2.4.3.7. CABEZA DOSIFICADOR



Desde esta pantalla puede controlar todos los movimientos de la pistola:

APROXIMACION: Acerca la pistola hasta casi tocar el rodillo siliconado. Deja el labio a una distancia de 5 mm del rodillo. El motivo para esto es en primer lugar por seguridad, ya que evita atrapamientos y por otro lado permite hacer un ajuste grueso de la pistola.

REPOSO: Mueve la pistola hasta la posición de reposo.

CONTACTO: Hace que la pistola haga contacto con el rodillo de silicona y permita la aplicación de adhesivo.

SUBIR LABIO: Mueve el labio hacia arriba para permitir el cambio de lámina.

BAJAR LABIO: Mueve el labio hacia abajo una vez realizado el cambio de lámina.

LABIO FUERA: Mueve el labio hacia afuera para permitir el cambio de lámina.

LABIO DENTRO: Mueve el labio hacia dentro una vez realizado el cambio de lámina.

PISTOLA ACTIVAR/DESACTIVAR: Elimina todos los movimientos de la pistola, puede ser muy útil para pasar empalmes o enhebrar materiales. Sin la pistola tocando el rodillo nunca saldrá adhesivo y evitaremos manchar el rodillo siliconado o cualquier otra parte de la máquina.

2.4.3.8. DESBOBINADOR 2



Tiene las mismas funciones que el Desbobinador 1.

2.4.3.9. REBOBINADOR



Mismas funciones que los desbobinadores.

Añade un botón de cuchillas para permitir descender las cuchillas de corte. Siempre con las protecciones cerradas.

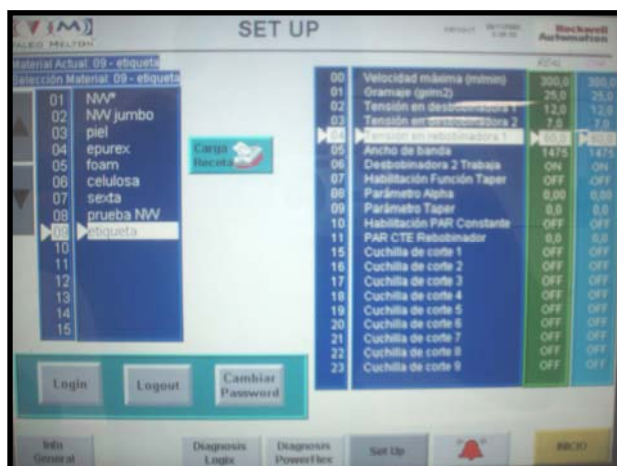
2.4.3.10. ALARMAS



Permite visualizar las alarmas de la máquina. Para arrancar la máquina no debe existir ninguna alarma grave. Si la máquina no arranque pruebe a resetear todas las alarmas y pruebe de nuevo.

2.4.3.11. SET UP, PARAMETRIZACION

Para poder cambiar las recetas es necesario introducir el usuario y la contraseña



Sin introducir el usuario únicamente podrá cargar las diferentes recetas pero no podrá editarlas. Una vez introducidos tanto el usuario como la contraseña aparecerá la siguiente pantalla:



INSERTA MATERIAL: actualmente hay sitio para 15 materiales pero esta cantidad puede ser ampliada al pulsar este botón.

CARGA RECETA: Con los botones de navegación puedes seleccionar una receta. Una vez seleccionada pulsa este botón y los parámetros serán cargados.

CAMBIA NOMBRE: Para cambiar el nombre de la receta.

GUARDAR RECETA: Siempre que realice un cambio en la receta es necesario guardar los cambios.

ELIMINA MATERIAL: Para eliminar una receta.

BORRAR DATOS: para resetear los datos en una receta.

Existen dos columnas con valores. La columna verde refleja el parámetro actual. Si cambia algún parámetro de valor este cambio aparecerá en esta columna. La columna azul es el valor de la receta. Para que un valor de la columna verde pase a la columna azul es necesario presionar el botón de “guardar receta”.

Más adelante explicaremos cómo cambiar los parámetros para un correcto rebobinado de materiales.



2.5. MODOS DE FUNCIONAMIENTO

La bobinadora se diseñará con 5 modos de funcionamiento diferentes. Estos modos serán definidos por software y mediante pantalla podremos cambiar de uno a otro en función de la tarea que queremos realizar. Los modos de funcionamiento serán:

- Normal
- Ajuste
- Mantenimiento
- Paso de papel
- Paro/Cambio de bobina

Antes de ver más en profundidad cada uno de estos modos, se resumirán brevemente los movimientos existentes en la máquina:

- Calandrado: Movimiento horizontal realizado por la calandra en el punto de unión de los dos materiales de construcción.
- Expulsión de bobina: Situado en el rebobinador, este movimiento nos permite sacar la bobina ya finalizada.
- Corte: Movimiento de las cuchillas de corte sobre el material a rebobinar.
- Empalmadotes: Movimiento que realizan ambos empalmadotes para unir el material ya existente en la bobinadora con una nueva bobina.
- Alineación: Movimientos que realizan los alineadores para un correcto rebobinado.
- Pistola: La pistola tiene 3 movimientos:
 - Aproximación: Movimiento horizontal de aproximación. Mueve la pistola desde la posición inicial (de reposo, lejos del material), hasta una posición cercana al material (5mm, pero sin llegar a tocar).
 - Contacto: Con este movimiento pasamos de la posición próxima a la posición de contacto, en este momento la pistola ya está lista para comenzar la aplicación de adhesivo.
 - Apertura: Para facilitar las tareas de mantenimiento existe un tercer movimiento de apertura. Este movimiento consiste en separar las dos partes que forman el labio de la pistola.

Evidentemente, existe un movimiento principal referente a la velocidad de línea, el cual conlleva los movimientos de los motores (desbobinadores)



2.5.1. MODO NORMAL

En este modo la bobinadora debe funcionar de manera automática, comandando la velocidad de línea y el gramaje requerido. Las especificaciones de funcionamiento serán:

- Velocidad de línea habilitada. Con una velocidad máxima de 300 m/min
- Aplicación de adhesivo habilitada (módulo de la pistola abierto) y bomba de equipo M habilitada. La velocidad de bomba será comandada por la máquina principal, es decir, la bobinadora manda una señal de 0-10V al equipo M en función de la velocidad de línea. Con esta consigna el equipo serie M ajusta la velocidad de bomba. (el ajuste es lineal)
- Protecciones cerradas y movimiento limitado por protecciones, es decir, los movimientos de la máquina sólo se llevarán a cabo si la máquina tiene las protecciones cerradas (todas ellas).

Al pulsar el botón de paro (situado en las botoneras), la máquina realiza un paro controlado, y hace que la bobinadora pare (velocidad de línea = 0). Una vez que la bobinadora haya sido detenida, ésta no pasará automáticamente a Modo Paro. El cambio de modo se realizará única y exclusivamente con el selector.

2.5.2. MODO AJUSTE

El modo ajuste es utilizado para posicionar la pistola en su posición exacta. Al ser una pistola de laminación necesitamos un ajuste de la pistola exacto para conseguir una correcta aplicación.

El ajuste de la pistola es de forma manual. El procedimiento sería como sigue: Una vez seleccionado el modo de ajuste desde la pantalla, la bobinadora realizará el movimiento de aproximación de la pistola, dejando a ésta a una distancia inferior a los 5mm del material (con esta distancia evitamos atrapamientos). Con pistola en posición de aproximación, vamos movimiento la pistola poco a poco hasta conseguir un correcto posicionamiento inicial, esta tarea puede ser realiza con ayuda de galgas. Después de realizar el ajuste inicial pasamos a un ajuste con la máquina en marcha. El procedimiento será como sigue:

- Hacemos el movimiento de aproximación pero asegurándonos que la pistola no toca el rodillo.
- Con la pistola en posición de contacto (recordamos que no debe tocar el rodillo) damos marcha a la bobinadora.
- Usamos los ajuste finos de la pistola hasta ver que el material sustrato defleca. La deflexión del material será diferente en los dos lados de la pistola, por lo que ajustamos la pistola hasta conseguir la misma deflexión.
- Damos marcha a la bomba del equipo M y comprobamos que la aplicación de adhesivo es correcta. Ajustaremos su posición hasta conseguir una correcta aplicación.



Las especificaciones de funcionamiento serán:

- Velocidad de línea habilitada. Velocidad máxima 25 m/min. El límite será de 25m/min, pero será posible mover la línea a velocidades inferiores (configurable desde pantalla).
- Movimientos limitados por protecciones.
- Pistola fija en posición de ajuste. Es decir la pistola estará próxima al material (menos de 5mm) y el movimiento de aproximación estará deshabilitado, es decir, la pistola no podrá moverse de la posición de aproximación hasta que no cerremos la protección. Una vez hecho el ajuste inicial cerramos protecciones y movemos pistola hasta posición de contacto (sin llegar a tocar el rodillo)
- Con la pistola en posición de contacto daremos marcha a la bobinadora y a la bomba del equipo, de forma que podamos hacer el ajuste final.

En la pistola habrá dos botoneras, una a cada lado de la pistola. En cada una de estas botoneras existirá un botón de purga, de tal forma que la aplicación manual de adhesivo será activada con un bimanual.

En una de las botoneras habrá un botón de marcha y otro de paro. En el modo ajuste únicamente podemos dar velocidad de línea a la bobinadora utilizando el botón de marcha de esta botonera, el resto de botones de marcha estarán deshabilitados.

2.5.3. MODO MANTENIMIENTO

El modo mantenimiento será utilizado para realizar tareas de mantenimiento, como reparaciones o limpieza. Las especificaciones de funcionamiento serán:

- Velocidad de línea deshabilitada.
- Ejes locos para los rodillos fríos. Para realizar tareas de mantenimiento, como puede ser limpieza de rodillos, debemos poder mover los rodillos sin dificultad.
- Movimientos limitados por protecciones. Sólo se moverá si las protecciones están puestas (todas ellas)
- Módulo pistola y bomba equipo M habilitadas.
- Purga de adhesivo habilitada. Existirá un botón que permita purgar el sistema de adhesivo (movimiento de bomba y apertura de módulo). Esta maniobra podrá ser realizada con la protección abierta (al estar una protección abierta los movimientos estarán limitados). Por seguridad la purga será realizada con un bimanual. Para realizar la purga de adhesivo será necesario confirmar la acción desde pantalla.
- Para el cambio de lámina de la pistola, la apertura y cierre del labio deberá realizarse con las protecciones de la pistola cerradas. Al abrir protecciones dejamos al circuito neumático sin presión, de esta forma, ningún movimiento puede ser realizado con las protecciones abiertas.



2.5.4. MODO PASO PAPEL

Este modo de funcionamiento se utilizará para pasar el papel por los diferentes rodillos de la bobinadora. La velocidad de línea para realizar esta operación nunca será superior a 5m/min y sólo estarán habilitados los variadores de los desbobinadores y rodillos fríos, el resto de elementos móviles estarán deshabilitados. Es decir, podemos abrir las protecciones para ir pasando el papel por los diferentes rodillos sin necesidad de parar el movimiento de los desbobinadores. Pero en el momento que queramos hacer otro movimiento, como

puede ser meter la calandra, será necesario hacerlo con todas las protecciones puestas. Las especificaciones de funcionamiento serán:

- La velocidad de la línea estará habilitada. La máxima será de 5m/min. Esta velocidad de línea únicamente afecta a los desbobinadores y rodillos fríos (en todos los casos, los rodillos se habilitarán siempre y cuando las protecciones relativas a estos estén cerradas).
- Rodillos locos si las protecciones están abiertas. Una vez que la bobina esté colocada en su sitio necesitamos pasar parte del papel, al menos, hasta haber pasado los empalmadores. Llegados a este punto cerramos las protecciones y ya podemos dar marcha al desbobinador para ir pasando el papel.
- Rodillos fríos habilitados con protecciones cerradas. Si que las protecciones estén cerradas podremos mover los rodillos para facilitar el paso de papel.
- La aproximación de la pistola estará deshabilitada, así como la calandra y el resto de movimientos.
- Bomba de equipo M deshabilitada, así como la apertura del módulo.
- Los movimientos según protecciones.
- Una vez el material haya sido empalmado al rebobinador, podremos mover la máquina a una velocidad máxima de 15m/min para tensar y colocar el papel en su sitio. Esta operación será realizada con todas las protecciones puestas. Este modo de actuar (siempre dentro del modo paso de papel), será seleccionado desde pantalla.

El movimiento de los rodillos se hará con un accionador móvil que el operario llevará consigo. Los pulsadores de marcha de las botoneras están deshabilitados, por lo que únicamente daremos movimiento con este accionador.

Al tener dos desbobinadores tendremos dos pasos de papel. Desde pantalla podremos seleccionar si el accionador móvil da movimiento al desbobinador 1, al desbobinador 2 o a ambos al mismo tiempo. Así mismo desde pantalla seleccionamos si damos marcha o no a los rodillos fríos.



Con la protección cerrada los rodillos no estarán locos. Además esta situación de rodillos locos (en desbobinadores), sólo se da en este modo de funcionamiento. En modo mantenimiento será necesario tener locos los rodillos fríos.

2.5.5. MODO PARO

Este será el modo utilizado cuando la bobinadora esté parada. También será el modo de funcionamiento que será habilitado cuando sea necesario hacer un cambio de bobina. La bobinadora se pondrá automáticamente en este modo

cuando el detector de diámetro de bobina así lo pida. Las especificaciones de funcionamiento serán:

- Velocidad de línea deshabilitada
- Movimiento según protecciones, excepto los empalmadores. Para facilitar la operación de cambio de bobina, debemos tener habilitado el movimiento de los empalmadores con las protecciones de estos quitadas. El movimiento de los empalmadores será realizado por medio de pulsadores situados en las botoneras.

NOTA: Para poder abrir las protecciones será necesario pulsar el botón de paro (solicitud de paro), de forma que la máquina pare de forma controlada si está funcionando. Sólo si la máquina está parada podremos ser capaces de abrir las protecciones. El procedimiento para abrir una protección es el siguiente: Pulsamos el botón “solicitar paro”, si todo es correcto la máquina pasará a modo paro y podremos abrir la protección.

Una vez que todas las protecciones han sido cerradas, pasaremos desde pantalla a Modo Normal y sólo en ese momento podremos dar marcha a la bobinadora, bien desde las botoneras pulsando el botón “marcha”, o desde pantalla.

3. REQUISITOS ESENCIALES SEGURIDAD Y SALUD

Los requisitos esenciales de seguridad y salud para la bobinadora IHT:

Directiva de baja tensión (723/23/CE y 2006/85/CE)

Directiva Maquina (98/37/CE y 2008/42/CE)

Directiva compatibilidad electromagneticos (84/336/CE y 2006/108/CE)

Para entender correctamente las directivas que están reflejadas en el BOE, de una manera más o menos actualizada me apoyare en las normas UNE. Dichas normas se llaman normas normalizadas porque no tienen legitimidad propia pero ayudan a entender las directivas en el mercado CE.

El presente proyecto se va a centrar en la segunda Directiva, la que es referente a la máquina. Se procederá a una detallada explicación partiendo del real decreto donde empieza todo, añadiendo las normas armonizadas utilizadas oportunamente con una minuciosa explicación de los cálculos de los riesgos captados en la citada máquina.



Para la correcta comprensión de la Directiva de baja tensión utilizaré la norma UNE 60/204/1. La Directiva correspondiente a compatibilidad electromagnéticos no será analizada en el presente proyecto porque básicamente es igual a la directiva de baja tensión, utilizando las mismas normas armonizadas pero las diferencias que tiene con la directiva de baja tensión corresponde a unos ensayos electromagnéticos muy costosos y que no merece la pena entrar a analizarlos.

4. REAL DECRETO 1644/2008

4.2. INCORPORACIÓN DEL DERECHO COMUNITARIO EUROPEO Y REFERENCIAS A DIRECTIVAS DEROGADAS.

Los parámetros de seguridad están elaborados bajo los términos y obligaciones establecidos por el **REAL DECRETO 1644/2008**, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Mediante este real decreto se incorpora al derecho Español la **Directiva 2006/42/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE. En consecuencia, cualquier referencia a este real decreto deberá entenderse en el marco de lo indicado en dicha directiva.

Asimismo, deberán considerarse como equivalentes a las disposiciones de este real decreto cualesquiera otras dictadas con el mismo objetivo por los demás Estados miembros, y Estados terceros que mantengan acuerdos en este sentido con la Unión Europea, así como las referencias directas realizadas a la mencionada directiva en documentos de aplicación de la misma.

Las referencias a la Directiva 98/37/CE realizadas, inclusive, hasta 28 de diciembre de 2009 en cualquier tipo de documentación de aplicación de la misma, se entenderán hechas a la Directiva 2006/42/CE, con arreglo a la tabla de correspondencias que figura en el anexo XII del presente real decreto RD 1664:2008.

La Directiva 2006/42/CE da una lista de requerimientos esenciales de seguridad y salud los cuales hay que tener en cuenta desde la etapa de diseño de la máquina. Esta directiva también establece una jerarquía de medidas para eliminar los riesgos; Se debe diseñar la máquina de manera que no haya zonas de riesgo, si esto no es posible se deben utilizar elementos adicionales que protejan contra el riesgo (p.ej resguardos fijos o móviles, barreras inmateriales,...), si existe riesgo residual se debe minimizar mediante la utilización obligatoria de equipos de protección individual apropiados y la impartición de trainings.



4.3. TERMINSO Y OBLIGACIONES ESTABLECIDOS POR EL REAL DECRETO 1644/2008.

4.3.1. DEFINICION

A efectos del presente Real Decreto, el término máquina queda definido de la siguiente manera:

«máquina»:

— conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal.

4.3.2. COMERCIALIZACION Y PUESTA EN SERVICIO

El Presente Real Decreto, Ens. Artículo 5 establece las condiciones previas a la comercialización y puesta en servicio de la máquina.

Según estas el fabricante o su representante autorizado, antes de proceder a la comercialización o puesta en servicio de una máquina, deberá:

- a) Asegurarse de que esta cumple los pertinentes requisitos esenciales de seguridad y de salud que figuran en el anexo I de este Real Decreto.
- b) Asegurarse de que este disponible el expediente técnico a que se refiere la parte A del anexo VII de este Real Decreto.
- c) Facilitar en particular las informaciones necesarias, como es el caso de las instrucciones.
- d) Llevar a cabo los oportunos procedimientos de evaluación de la conformidad, con arreglo al artículo 12 de este Real Decreto.
- e) Redactar la declaración CE de conformidad, con arreglo al anexo II, parte 1, sección A del presente Real Decreto, y asegurarse de que dicha declaración se adjunta a la máquina.
- f) Colocar el marcado CE, con arreglo al artículo 16 de este Real Decreto.

4.3.3. INSTALACIÓN Y UTILIZACION DE LAS MAQUINAS

Las disposiciones de este real decreto se entenderán sin perjuicio de la facultad de la Administración para, respetando el derecho comunitario, establecer los requisitos que se consideren necesarios para garantizar la protección de las personas y, en particular, de los trabajadores, cuando utilicen máquinas, siempre que ello no suponga la modificación de dichas máquinas de un modo no indicado en este real decreto.

4.3.4. MARCADO CE

1. El marcado CE de conformidad estará compuesto por las iniciales «CE» conforme al modelo presentado en el anexo III de este Real Decreto.
2. El marcado CE se deberá fijar en la máquina de manera visible, legible e indeleble con arreglo al anexo III de este Real Decreto.
3. Queda prohibido fijar en las máquinas marcas, signos e inscripciones que puedan inducir a error a terceros en relación con el significado del marcado CE, con su logotipo o con ambos al mismo tiempo. Se podrá fijar en las máquinas cualquier otro marcado, a condición de que no afecte a la visibilidad, a la legibilidad ni al significado del marcado CE.



4.3.5. PRESUNCION DE CONFORMIDAD Y NORMAS ARMONIZADAS

1. Se considerará que las máquinas que estén provistas del marcado CE y vayan acompañadas de la declaración CE de conformidad, cuyo contenido se indica en el anexo II, parte 1, sección A de este Real Decreto, cumplen lo dispuesto en este Real decreto.
2. Una máquina fabricada de conformidad con una norma armonizada, cuya referencia se haya publicado en el <<Diario Oficial de la Unión Europea>>, se considerará conforme a los requisitos esenciales de seguridad y de salud cubiertos por dicha norma armonizada.

4.3.6. EVALUACION DE RIESGOS

El fabricante de una máquina, o su representante autorizado, deberá garantizar la realización de una evaluación de riesgos con el fin de determinar los requisitos de seguridad y de salud que se aplican a la máquina. La máquina deberá ser diseñada y fabricada teniendo en cuenta los resultados de dicha evaluación de riesgos.

Mediante un proceso iterativo de evaluación y reducción de riesgos, el fabricante o su representante autorizado deberán:

Determinar los límites de la máquina, lo que incluye el uso previsto y su mal uso razonablemente previsible, Identificar los peligros que puede generar la máquina y las correspondientes situaciones peligrosas, Estimar los riesgos, teniendo en cuenta la gravedad de las posibles lesiones o daños para la salud y la probabilidad de que se produzcan, Valorar los riesgos, con objeto de determinar si se requiere una reducción de los mismos, con arreglo al objetivo de la Directiva 2006/42/CE, Eliminar los peligros o reducir los riesgos derivados de dichos peligros, mediante la aplicación de medidas preventivas, según el orden de prioridad establecido en el punto 1.1.2, letra b) de este Real Decreto.

4.4. DEFINICIONES

A efectos del presente Real Decreto, se entenderá por:

- a) Peligro: Fuente de posible lesión o daño a la salud.
- b) Zona peligrosa: Cualquier zona dentro y/o alrededor de una máquina en la cual la presencia de una persona suponga un riesgo para su seguridad o salud.
- c) Persona expuesta: Cualquier persona que se encuentre, enteramente o en parte, en una zona peligrosa.
- d) Operador: Persona o personas encargadas de instalar, manejar, regular, mantener, limpiar, reparar o desplazar una máquina.
- e) Riesgo: Combinación de la probabilidad y la gravedad de una lesión o de un daño a la salud que pueda producirse en una situación peligrosa.
- f) Resguardo: Elemento de la máquina utilizado específicamente para proporcionar protección por medio de una barrera física.
- g) Dispositivo de protección: Dispositivo (distinto de un resguardo) que reduce el riesgo, por si solo o asociado con un resguardo.
- h) Uso previsto: Uso de la máquina de acuerdo con la información proporcionada en las instrucciones para la utilización.



i) Mal uso razonablemente previsible: Uso de la máquina de una forma no propuesta en las instrucciones para la utilización, pero que puede resultar de un comportamiento humano fácilmente previsible.

4.5. PRINCIPIOS DE INTEGRACION DE LA SEGURIDAD

a) Las máquinas se deben diseñar y fabricar de manera que sean aptas para su función y para que se puedan manejar, regular y mantener sin riesgo para las personas cuando dichas operaciones se lleven a cabo en las condiciones previstas, pero también teniendo en cuenta cualquier mal uso razonablemente previsible.

Las medidas que se tomen deberán ir encaminadas a suprimir cualquier riesgo durante la vida útil previsible de la máquina, incluidas las fases de transporte, montaje, desmontaje, retirada de servicio y desguace.

b) Al optar por las soluciones mas adecuadas, el fabricante o su representante autorizado aplicara los principios siguientes, en el orden que se indica:

Eliminar o reducir los riesgos en la medida de lo posible (diseño y fabricación de la máquina inherentemente seguros), Adoptar las medidas de protección que sean necesarias frente a los riesgos que no puedan eliminarse, Informar a los usuarios acerca de los riesgos residuales debidos a la incompleta eficacia de las medidas preventivas adoptadas, indicar si se requiere una formación especial y señalar si es necesario proporcionar algún equipo de protección individual.

c) Al diseñar y fabricar una máquina y al redactar el manual de instrucciones, el fabricante o su representante autorizado deberá prever no solo el uso previsto de la máquina, sino también cualquier mal uso razonablemente previsible.

4.6. MATERIALES Y PRODUCTOS

Los materiales que se hayan empleado para fabricar la máquina, o los productos que se hayan utilizado o creado durante su uso, no originaran riesgos para la seguridad ni para la salud de las personas.

4.7. DISEÑO DE LA MAQUINA CON VISTAS A SU MANUTENCION

La máquina o cada uno de sus diferentes elementos se debe poder manipular y transportar con seguridad.

4.8. SISTEMAS DE MANDO Y ORGANOS DE ACCIONAMIENTO

Los sistemas de mando se deben diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier situación peligrosa.

En particular, se deben diseñar y fabricar de manera:

Que resistan los esfuerzos previstos de funcionamiento y las influencias externas.

Que un fallo en el soporte material o en el soporte lógico del sistema de mando no provoque situaciones peligrosas.



Que los errores que afecten a la lógica del sistema de mando no provoquen situaciones peligrosas.

Que un error humano razonablemente previsible durante el funcionamiento no provoque situaciones peligrosas.

Deberá prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

Que la máquina no se ponga en marcha de manera intempestiva.

Que no varíen los parámetros de la máquina de forma incontrolada, cuando tal variación pueda dar lugar a situaciones peligrosas.

Que no se impida la parada de la máquina si ya se ha dado esa orden.

Que no se pueda producir la caída o proyección de ningún elemento móvil de la máquina o de ninguna pieza sujeta por ella.

Que no se impida la parada automática o manual de los elementos móviles, cualesquiera que estos sean.

Que los dispositivos de protección permanezcan totalmente operativos o emitan una orden de parada.

Que las partes del sistema de mando relativas a la seguridad se apliquen de forma coherente a la totalidad del conjunto de máquinas y/o de cuasi-máquinas.

Los órganos de accionamiento serán claramente visibles e identificables mediante pictogramas cuando resulte adecuado.

Estarán colocados de tal manera que se puedan accionar con seguridad, sin vacilación ni pérdida de tiempo y de forma inequívoca.

Se diseñarán de tal manera que el movimiento del órgano de accionamiento sea coherente con el efecto ordenado.

Estarán colocados fuera de las zonas peligrosas excepto, si fuera necesario, determinados órganos de accionamiento, tales como una parada de emergencia o una consola de aprendizaje.

Estarán situados de forma que el hecho de accionarlos no acarree riesgos adicionales. Estarán diseñados o irán protegidos de forma que el efecto deseado, cuando pueda acarrear un peligro, solo pueda conseguirse mediante una acción deliberada.

Estarán fabricados de forma que resistan los esfuerzos previsibles; se prestara una atención especial los dispositivos de parada de emergencia que puedan estar sometidos a esfuerzos importantes.

La máquina deberá estar equipada con los dispositivos indicadores que sean necesarios para que pueda funcionar de manera segura.

Desde el puesto de mando, el operador deberá poder leer las indicaciones de dichos dispositivos.

Desde cada puesto de mando, el operador deberá estar en situación de asegurarse de que nadie se halle en las zonas peligrosas, o bien el sistema de mando se debe diseñar y fabricar de manera que se impida la puesta en marcha mientras haya alguien en la zona peligrosa.



De no poder aplicarse ninguna de estas posibilidades, deberá producirse una señal de advertencia sonora y/o visual antes de que la máquina se ponga en marcha.

4.9. PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha de una máquina solo deberá poder efectuarse mediante una acción voluntaria ejercida sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.

Este requisito también será aplicable:

A la puesta en marcha de nuevo tras una parada, sea cual sea la causa de esta última.

A la orden de una modificación importante de las condiciones de funcionamiento.

4.10. PARADA Y PARADA DE EMERGENCIA

Las máquinas estarán provistas de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones seguras.

La orden de parada de la máquina tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.

Parada de emergencia:

Las máquinas estarán provistas de uno o varios dispositivos de parada de emergencia por medio de los cuales se puedan evitar situaciones peligrosas que puedan producirse de forma inminente o que se estén produciendo.

Cuando deje de accionarse el dispositivo de parada de emergencia una vez que se haya dado la orden de parada, esta orden deberá mantenerse mediante el bloqueo del dispositivo de parada de emergencia hasta que dicho bloqueo sea expresamente desactivado.

El dispositivo no deberá poderse bloquear sin que genere una orden de parada; solo será posible desbloquear el dispositivo mediante una acción adecuada y este desbloqueo no deberá volver a poner en marcha la máquina, sino solo permitir que pueda volver a arrancar.

La función de parada de emergencia deberá estar disponible y ser operativa en todo momento, independientemente del modo de funcionamiento.

Los dispositivos de parada de emergencia deben servir para apoyar otras medidas de protección y no para sustituirlas.

4.11. SELECCIÓN DE MODOS DE MANDO O DE FUNCIONAMIENTO

El modo de mando o de funcionamiento seleccionado tendrá prioridad sobre todos los demás modos de mando o de funcionamiento, a excepción de la parada de emergencia.

Si la máquina ha sido diseñada y fabricada para que pueda utilizarse según varios modos de mando o de funcionamiento que requieran distintas medidas de protección y/o procedimientos de trabajo, llevará un selector de modo de mando o de funcionamiento enclavable en cada posición.

Cada una de las posiciones del selector debe ser claramente identificable y debe corresponder a un único modo de mando o de funcionamiento.



Si, en determinadas operaciones, la máquina ha de poder funcionar con un resguardo desplazado o retirado o con un dispositivo de protección neutralizado, el selector de modo de mando o de funcionamiento deberá, a la vez:

Desactivar todos los demás modos de mando o de funcionamiento.

Autorizar el funcionamiento de las funciones peligrosas únicamente mediante órganos de accionamiento que requieran un accionamiento mantenido.

Autorizar el funcionamiento de las funciones peligrosas solo en condiciones de riesgo reducido y evitando cualquier peligro derivado de una sucesión de secuencias.

Impedir que funcione cualquier función peligrosa mediante una acción voluntaria o involuntaria sobre los sensores de la máquina.

4.12. FALLO DE LA ALIMENTACION DE ENERGIA

La interrupción, el restablecimiento tras una interrupción o la variación, en el sentido que sea, de la alimentación de energía de la máquina no provocarán situaciones peligrosas.

Deberá prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

Que la máquina no se ponga en marcha de manera intempestiva.

Que no varíen los parámetros de la máquina de forma incontrolada, cuando tal variación pueda dar lugar a situaciones peligrosas.

Que no se impida la parada de la máquina si ya se ha dado la orden.

Que no se pueda producir la caída o proyección de ningún elemento móvil de la máquina o de ninguna pieza sujeta por ella.

Que no se impida la parada automática o manual de los elementos móviles, cualesquiera que estos sean.

Que los dispositivos de protección permanezcan totalmente operativos o emitan una orden de parada.

4.13. RIESGOS RELACIONADOS CON LOS ELEMENTOS MOVILES

Los elementos móviles de la máquina se deben diseñar y fabricar a fin de evitar los riesgos de contacto que puedan provocar accidentes o, cuando subsistan los riesgos, estarán provistos de resguardos o de dispositivos de protección.

Los resguardos o los dispositivos de protección diseñados para proteger contra los riesgos debidos a los elementos móviles se elegirán en función del riesgo existente.

Para efectuar la elección se deben utilizar las indicaciones siguientes:

-Riesgos debidos a movimientos no intencionados.

Cuando se haya parado un elemento de una máquina, la deriva a partir de la posición de parada, por cualquier motivo que no sea la acción sobre los órganos de accionamiento, deberá impedirse o será tal que no entrañe peligro alguno.

-Características que deben reunir los resguardos y los dispositivos de protección.

Los resguardos y los dispositivos de protección serán de fabricación robusta.

Deberán mantenerse solidamente en su posición.

No ocasionaran peligros suplementarios.

No podrán ser burlados o anulados con facilidad.



Deberán estar situados a una distancia adecuada de la zona peligrosa.
Deberán restringir lo menos posible la observación del proceso productivo.
Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o la sustitución de las herramientas, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso exclusivamente a la zona donde deba realizarse el trabajo y, ello, a ser posible, sin desmontar el resguardo o neutralizar el dispositivo de protección.
Además, los resguardos deberán, en la medida de lo posible, proteger contra la proyección o la caída de materiales u objetos y contra las emisiones generadas por la máquina.

Cuando sea posible para un operador alcanzar la zona peligrosa antes de que haya cesado el riesgo que entrañan las funciones peligrosas de la máquina, los resguardos móviles estarán asociados, además de a un dispositivo de enclavamiento, a un dispositivo de bloqueo que:

Impida la puesta en marcha de funciones peligrosas de la máquina mientras el resguardo no este cerrado y bloqueado, y Mantenga el resguardo cerrado y bloqueado hasta que cese el riesgo de sufrir danos a causa de las funciones peligrosas de la máquina.

Los resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento se deben diseñar de forma que la ausencia o el fallo de uno de sus componentes impida la puesta en marcha o provoque la parada de las funciones peligrosas de la máquina.

4.14. ENERGIA ELECTRICA

Si la máquina se alimenta con energía eléctrica, se debe diseñar, fabricar y equipar de manera que se eviten o se puedan evitar todos los peligros de origen eléctrico.

Los objetivos en materia de seguridad establecidos en la Directiva 73/23/CEE (incorporada al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 7/1998, de 8 de enero) se aplicarán a las máquinas. No obstante, las obligaciones relativas a la evaluación de conformidad y la comercialización y/o puesta en servicio de una máquina con respecto a los peligros provocados por la energía eléctrica se regularán exclusivamente por la Directiva 2006/42/CE, que traspone el presente real decreto.
Electricidad estatica.

La máquina se debe diseñar y fabricar para evitar o restringir la aparición de cargas electrostáticas que puedan ser peligrosas y/o dispondrá de medios para poder evacuarlas.

4.15. SEPARACION DE LAS FUENTES DE ENERGIA

La máquina estará provista de dispositivos que permitan aislarla de cada una de sus fuentes de energía. Dichos dispositivos serán claramente identificables. Deberán poder ser bloqueados si al conectarse de nuevo pudieran poner en peligro a las personas. Los dispositivos también deberán poder ser bloqueados cuando el operador no pueda comprobar, desde todos los puestos a los que tenga acceso, la permanencia de dicha separación.



4.16. ERRORES DE MONTAJE

Los errores susceptibles de ser cometidos en el montaje o reposición de determinadas piezas que pudiesen provocar riesgos deberán imposibilitarse mediante el diseño y la fabricación de dichas piezas o, en su defecto, mediante indicaciones que figuren en las propias piezas.

Las mismas indicaciones figurarán en los elementos móviles cuando, para evitar un riesgo, sea preciso conocer el sentido del movimiento.

En su caso, el manual de instrucciones deberá incluir información complementaria sobre estos riesgos.

Cuando una conexión defectuosa pueda originar riesgos, cualquier conexión errónea deberá hacerse imposible por el propio diseño o, en su defecto, por indicaciones que figuren en los elementos que deben conectarse o, cuando proceda, en los medios de conexión.

4.17. TEMPERATURAS EXTREMAS

Se adoptaran medidas para evitar cualquier riesgo de lesión por contacto o proximidad con piezas o materiales a temperatura elevada o muy baja.

4.18. RIESGO DE QUEDAR ENCERRADO EN UNA MAQUINA

La máquina se debe diseñar, fabricar o equipar con medios que impidan que una persona quede encerrada en ella o, si esto no es posible, que le permitan pedir ayuda.

4.19. RIESGO DE RESBALAR, TROPEZAR O CAER

Las partes de la máquina sobre las que este previsto que puedan desplazarse o estacionarse personas se deben diseñar y fabricar de manera que se evite que dichas personas resbalen, tropiecen o caigan sobre esas partes o fuera de ellas.

4.20. MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA

Los puntos de reglaje y de mantenimiento estarán situados fuera de las zonas peligrosas. Las operaciones de reglaje, mantenimiento, reparación, limpieza y las intervenciones sobre la máquina deberán poder efectuarse con la máquina parada.

Si al menos una de las anteriores condiciones no pudiera cumplirse por motivos técnicos, se adoptarán medidas para garantizar que dichas operaciones puedan efectuarse de forma segura

4.21. ACCESO A LOS PUESTOS DE TRABAJO O LAS PUNTOS DE INTERVENCION

La máquina se debe diseñar y fabricar con medios de acceso que permitan llegar con total seguridad a todas las zonas en las que se requiera intervenir durante su funcionamiento, reglaje y mantenimiento.



5. NORMA EUROPEA

La Directiva 2006/42/CE indica que el diseño y fabricación de las máquinas realizados de acuerdo con las pertinentes normas armonizadas establecidas por los organismos europeos de normalización suponen su conformidad con los correspondientes requisitos esenciales, desde el mismo momento de la publicación de las referencias de dichas normas en el <<Diario Oficial de la Unión Europea >>.

El mercado CE es el único signo externo que garantiza dicha conformidad de las máquinas con la directiva 2006/42/CE.

La Norma Europea referente a Seguridad en Máquinas ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la comisión europea y por la asociación europea de Libre Comercio, para proporcionar un medio de dar cumplimiento a los requisitos esenciales de la directiva 98/37/CE modificada y refundida por la directiva **Directiva 2006/42/CE**.

UNE EN 349:1994.

Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.

UNE-EN_953=1998+A1:2009

Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.

UNE-EN_983:1996

Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática.

UNE-EN_999=1999

Posicionamiento de los dispositivos de protección en función de la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano.

EN ISO 12100 – 1:2003.

Se trata de una Norma de tipo A (Norma de seguridad fundamental) que proporciona las nociones fundamentales, principios y aspectos “generales” que deben ser aplicados para la identificación de las etapas de funcionamiento de la máquina; identificación, estimación y evaluación de los riesgos en cada etapa de la máquina; y finalmente la utilización de medios adecuados, (como resguardos, parada de emergencia,...) para la eliminación de los riesgos evaluados.

UNE EN ISO 12100–2:2004. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Principios técnicos.

UNE EN ISO 13849-1:2008.

Proporciona requisitos de seguridad y orientaciones sobre los principios para el diseño e integración de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS), incluyendo el diseño del soporte lógico (software). Para estas partes especifica las características, incluyendo el nivel de prestaciones requerido (PL), para desempeñar las funciones de seguridad. Se aplica a las SRP/CS de cualquier tipo de máquina, independientemente de la tecnología y del tipo de energía utilizados.



No se especifican qué funciones de seguridad ni qué niveles de prestaciones se deben utilizar en un caso particular.

UNE EN ISO 13849-2:2008.

Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 2: Validación.

EN ISO 14121-1:2008.

Establece los principios fundamentales para cumplir los objetivos de reducción del riesgo especificados en el capítulo 5 de la Norma EN ISO 12100-1:2003. Estos principios de evaluación del riesgo reúnen el conocimiento y la experiencia en el diseño, utilización, incidentes, accidentes y daños relativos a las máquinas con el fin de evaluar los riesgos durante todas las fases relevantes del ciclo de vida de una máquina.

Esta norma da indicaciones sobre la información necesaria para que se pueda realizar la evaluación del riesgo. Describe procedimientos para identificar peligros y para estimar y valorar el riesgo.

EN ISO 14121-2:2007.

Evaluación del riesgo. Guía práctica y ejemplos de métodos de diseño.

EN ISO 13850.

Elementos de parada de emergencia, aspectos funcionales y de diseño.

EN ISO 13854.

Proporciona medidas para calcular espacios seguros en zonas con elementos móviles.

EN ISO 14118.

Aislamiento y disipación de energía. Prevención de puesta en marcha intempestiva. Proporciona medidas para aislar la máquina de la potencia.

EN ISO 14119.

Interruptores de seguridad asociados a resguardos. Principios para diseño y selección.

EN ISO 14120.

Requerimientos generales para diseño y construcción de resguardos.

UNE-EN 60204-1:2007.

Equipo eléctrico de las máquinas. Requisitos generales.

UNE-EN 61310-1:2008.

Indicación, marcado y maniobra en las máquinas.

Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles.

UNE-EN 61310-2:2008.

Indicación, marcado y maniobra en las máquinas. Especificaciones para el marcado.

UNE-EN 61310-3:2008.

Indicación, marcado y maniobra en las máquinas.

Requisitos para la ubicación y el funcionamiento de los órganos de accionamiento.

6. DETERMINACION DEL PERFORMANCE LEVEL REQUERIDO (PLr) SEGÚN LA NORMA EN ISO 13849-1:2006

Las partes de sistemas de mando de las máquinas que tienen asignado desempeñar funciones de seguridad se denominan partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS).

A partir de la evaluación de cada riesgo que puede presentarse en la máquina el diseñador debe decidir la contribución a la reducción del riesgo que debe aportar la función de seguridad pertinente, desempeñada por la SRP/CS.

La aptitud de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad para desempeñar una función de seguridad en condiciones previsibles, está clasificada en cinco niveles denominados niveles de prestaciones (PL). **Estos se definen en términos de probabilidad de fallo peligroso por hora.**

La probabilidad de fallo peligroso de una función de seguridad depende de varios factores, incluyendo la estructura del soporte material y del soporte lógico, la magnitud de los mecanismos de defectos (cobertura de diagnóstico DC), la fiabilidad de los componentes (Tiempo medio hasta un fallo peligroso, MTTFd; los fallos de causa común, CCF), el proceso de diseño, los esfuerzos de funcionamiento, las condiciones ambientales y los procedimientos de trabajo.

Tabla 3 – Niveles de prestaciones (PL)

PL	Probabilidad media de un fallo peligroso por hora 1/h
a	$\geq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ a $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ a $< 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ a $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ a $< 10^{-7}$
NOTA Además de la probabilidad media de fallo peligroso por hora, son necesarias otras medidas para obtener el PL.	

La norma EN ISO 13849 especifica los requisitos para el diseño y la implementación de sistemas de mando relativos a la seguridad de las máquinas (SRP/CS).

El siguiente método proporciona el procedimiento para la evaluación del PLr para cada función de seguridad que deba desempeñar una SRP/CS.

Según la norma EN ISO 13849-1:2008 el PLr que corresponde a un riesgo que ha sido evaluado y que debe alcanzar la SRP/CS se obtiene a partir de la valoración de tres parámetros que son:

S, Gravedad de la lesión.

S1. Si la consecuencia de un accidente da lugar a una lesión ligera (cardenal, laceraciones.).

S2. Si la consecuencia de un accidente da lugar a una lesión grave (amputación, muerte.).

F, Frecuencia y/o exposición al defecto.

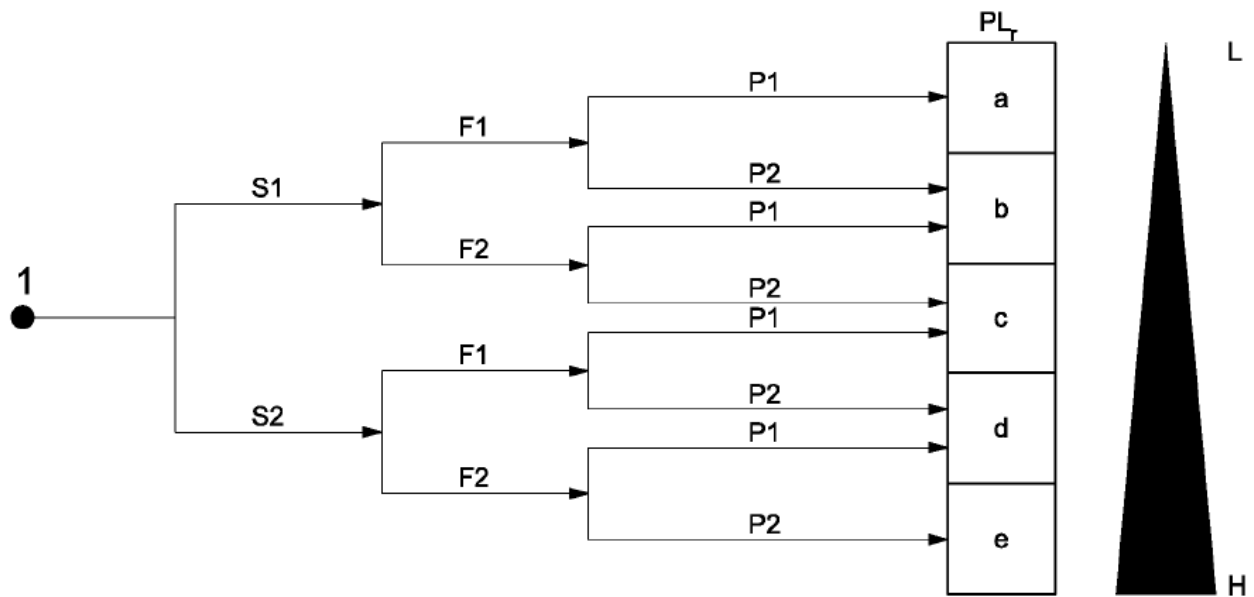
F1. Cuando la frecuencia de exposición al peligro es muy pequeña.
F2. Cuando una persona está frecuentemente o continuamente expuesta al peligro.

P, Posibilidad de evitar el peligro.

P1. Si existe la posibilidad real de evitar un accidente.

P2. Prácticamente no existe la posibilidad de evitar ningún accidente.

Según el valor que se dé a los parámetros anteriores se obtiene, según la siguiente figura, el valor de PLr relativo a la seguridad y que será el valor que debe alcanzar la función de seguridad que se diseñe para minimizar el riesgo.



Leyenda

- 1 punto de partida para la estimación de la contribución de las funciones de seguridad a la reducción del riesgo
- L contribución a la reducción del riesgo baja
- H contribución a la reducción del riesgo alta
- PLr nivel de prestaciones requerido

Parámetros del riesgo:

- S Gravedad de la lesión
- S1 Lesión leve (normalmente reversible)
- S2 Lesión grave (normalmente irreversible, incluyendo la muerte)
- F Frecuencia y/o duración de la exposición al peligro
- F1 Raro a bastante frecuente y/o corta duración de la exposición
- F2 Frecuente a continuo y/o larga duración de la exposición
- P Posibilidad de evitar el peligro o de limitar el daño
- P1 Posible en determinadas condiciones
- P2 Raramente posible

Gráfico del riesgo para determinar el nivel de prestaciones
Requerido (PLr) para cada función de seguridad.



7. OBTENCION DE LA CATEGORIA DE LA MAQUINA SEGÚN LA NORMA EN ISO 13849-1:2006

Las partes de sistemas de mando de las máquinas que tienen asignado desempeñar funciones de seguridad se denominan partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS).

Como idea básica saber que una función de seguridad consta de una entrada, un elemento con lógica y una salida. Por ejemplo una entrada es un cierre con enclavamiento que envía la señal al relé de emergencia, el elemento con lógica es el propio relé de emergencia y la salida es el contactor que recibe la señal del relé de emergencia y cuya misión es abrir el circuito de alimentación del motor.

La Norma **EN ISO 13849-1:2006-1** define las categorías B,1,2,3y 4 para los elementos que componen la función de seguridad; siendo la categoría B la básica y la 4 la más alta a la que se puede llegar.

Las funciones de seguridad (SRP/CS) deben estar de acuerdo con los requisitos de una o varias de las 5 categorías.

Las categorías son los parámetros básicos utilizados para obtener un PL específico. Establecen el comportamiento específico requerido de la función de seguridad (la SRP/CS) con respecto a su resistencia a defectos, basándose en las condiciones de diseño.

La selección de una categoría para una función de seguridad, depende principalmente de:

- La reducción del riesgo a obtener mediante la función de seguridad a la que contribuye dicha parte.
- El nivel de prestaciones requerido (PLr).
- La tecnología utilizada.
- El riesgo que se puede presentar en el caso de uno o varios defectos en dicha parte.
- La posibilidad de evitar uno o varios defectos de dicha parte.
- La probabilidad de que se produzcan uno o varios defectos en dicha parte y los parámetros pertinentes.
- El tiempo medio hasta un fallo peligroso (MTTFd).
- La cobertura del diagnóstico (DC).
- Los fallos de causa común (CCF), en el caso de las categorías 2,3 y 4.

7.1. CONCEPTOS

La norma **EN ISO 13849-1:2006-1** basa el cálculo del PL en los siguientes conceptos.

7.1.1. TIEMPO DEMISION

Representa el periodo de tiempo máximo que puede usarse un subsistema. Después de este tiempo, debe reemplazarse. Debe ser declarado por el fabricante de los componentes. Generalmente es igual al intervalo de prueba de calidad usado en IEC/EN 62061. Es necesario tener en cuenta el tiempo de misión de los componentes para determinar el tiempo de misión de cada función de seguridad.

7.1.2. TIEMPO MEDIO PARA FALLO PELIGROSO (MTTF_d)

El MTTF_d se usa directamente en UNE-EN ISO 13849-1:2008 como parte del cálculo del PL. Esta norma ofrece tres métodos para calcular el MTTF_d: 1- Usar datos del fabricante, 2- Usar anexos C y D de la norma citada, 3- usar un rango de 10 años, lo cual te restringe a un MTTF_d medio.

El MTTF_d de cada canal se ha clasificado en tres niveles y se debe tener en cuenta para cada canal individualmente. En el caso de utilizar un sistema redundante la norma UNE-EN ISO 13849-1:2008 da la expresión para resolver el MTTF_d del sistema completo.

De acuerdo con el MTTF_d, se puede tener en cuenta un valor máximo de 100 años.

Tabla 5 – Tiempo medio hasta el fallo peligroso de cada canal (MTTF_d)

MTTF _d	
Índice para cada canal	Gama para cada canal
Bajo	3 años ≤ MTTF _d < 10 años
Medio	10 años ≤ MTTF _d < 30 años
Alto	30 años ≤ MTTF _d ≤ 100 años

Para dispositivos electromecánicos:

$$MTTF_d = B10d / 0.1 * \text{núm_medio_operaciones_por_año}$$

B10d lo da el fabricante y el num. Medio de operaciones por año se calcula a partir los segundos que transcurren entre dos ciclos seguidos del componente.

El objetivo del MTTF_d es obtener el PFH_d (Tasa de fallos por hora). $PFH_d = 1/MTTF_d$

7.1.3. COBERTURA DE DIAGNOSTICO, DC

Representa la eficacia de la monitorización de fallos de un sistema o subsistema. DC es la relación entre la tasa de fallos de los fallos peligrosos detectados y la tasa de fallos del total de fallos peligrosos.

UNE-EN ISO 13849-1:2008 e IEC 61508 proporciona tablas que pueden usarse para determinar el valor de DC y en algunos casos el valor DC puede ser proporcionado por el fabricante.

Interruptores con enclavamiento y pulsadores de emergencia; hay funciones de seguridad en las que tengo como entrada un único interruptor con enclavamientos, en el resto serían varios interruptores y serían varios pulsadores de emergencia.

Cuando sólo utilizo un interruptor no es difícil alcanzar el PL = d, el MTTF_d del interruptor es alto y obtengo un DC de 99%.



Sin embargo, cuando serío varios interruptores ó varios pulsadores de emergencia, el MTTF_d del conjunto disminuye a un valor medio, y la cobertura de diagnóstico (DC) a un 60%. En este último caso para alcanzar el PL_r = d, debo tener en cuenta la detección de cortocircuito, en los canales de entrada de la función de seguridad, por parte del relé de seguridad.

Si serío varios elementos es posible que uno de ellos falle, sin embargo no me anula la función de seguridad ya que el resto funcionan, abren sus contactos, y dejan el circuito abierto. El problema es que no detecto que hayan interruptor que falla hasta que utilizo exclusivamente ese elemento. El hecho de que falle no implica que pierda la función de seguridad ya que tengo redundancia y deberían fallar los dos canales, pero la imposibilidad de detectar un fallo cuando se produce conlleva que el sistema pierda fiabilidad.

Si detectamos cortocircuitos entre los dos canales ó entre un canal y 24 Vdc, aumento la fiabilidad del sistema y compenso la perdida que aparece al seriar interruptores o pulsadores.

Cobertura del diagnóstico (DC)

DC	
Índice	Gama
Nula	$DC < 60\%$
Baja	$60\% \leq DC < 90\%$
Media	$90\% \leq DC < 99\%$
Alta	$99\% \leq DC$
<p>NOTA 1 Para SRP/CS constituidas de varias partes, en la figura 5, en el capítulo 6 y en el capítulo E.2 se utiliza un valor medio DC_{avg}.</p> <p>NOTA 2 La selección de la gama de DC se basa en los valores clave del 60%, 90% y 99%, también establecidos en otras normas (por ejemplo, IEC 61508) que tratan de la cobertura del diagnóstico de las verificaciones. Las investigaciones muestran que $(1 - DC)$ más que la propia DC es una medida característica para determinar la eficacia de la verificación $(1 - DC)$ para los valores clave del 60%, 90% y 99% forma una especie de escala logarítmica coherente con la escala logarítmica de los PL. Un valor de DC inferior al 60% tiene sólo un ligero efecto sobre la fiabilidad del sistema comprobado y por lo tanto se denomina "nula". Es muy difícil obtener un valor de DC superior al 99% para sistemas complejos. Por razones prácticas, el número de gamas se ha restringido a cuatro. Se supone que los valores límites indicados en esta tabla tienen una precisión del 5%.</p>	

7.1.4. NIVEL DE RENDIMIENTO, PL

Una vez definida la categoría de la función de seguridad debo evaluar el PL que me permite alcanzar dicha función.

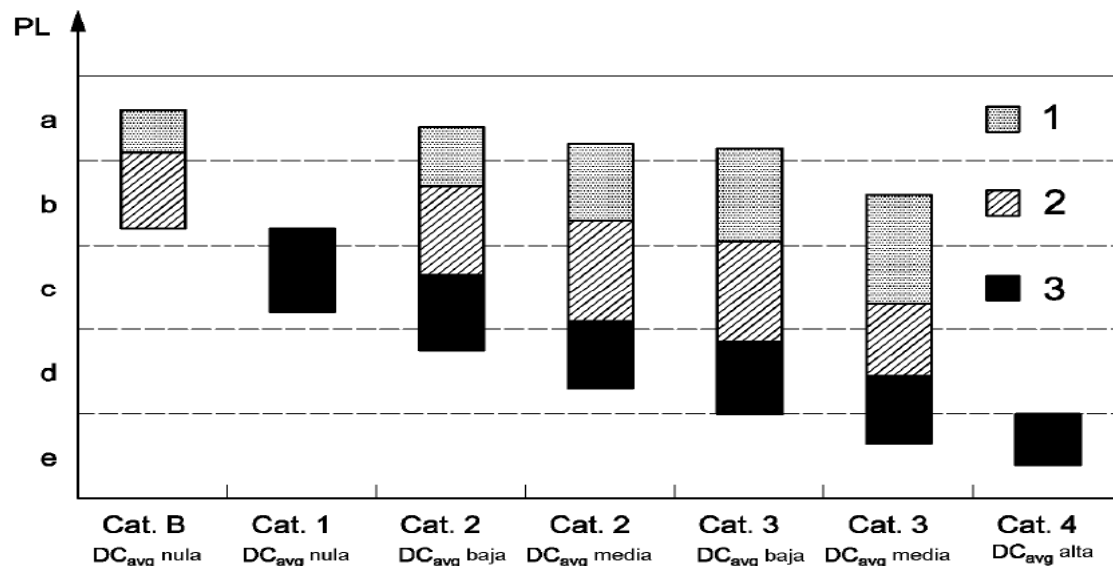
Para evaluar el PL se requieren los siguientes datos del sistema (o subsistema).

- MTTF_d (tiempo medio para fallo peligroso da cada canal)
- DC (cobertura de diagnóstico)
- Arquitectura (La categoría)

El siguiente diagrama muestra un método gráfico para determinar el PL a partir de una combinación de estos factores.

Entro al gráfico con el valor de $MTTF_d$, DC_{avg} y con la categoría del canal que he asignado a la función de seguridad que estoy evaluando y obtengo el valor del PL que me permite alcanzar dicha función de seguridad

Relación entre las categorías, el DC_{avg} , el $MTTF_d$ de cada canal y el PL.



Leyenda

PL nivel de prestaciones

- 1 $MTTF_d$ de cada canal = bajo
- 2 $MTTF_d$ de cada canal = medio
- 3 $MTTF_d$ de cada canal = alto

7.2. JUSTIFICACION DE LA CATEGORIA ESCOGIDA PARA LAS FUNCIONES DE SEGURIDAD DE LA MAQUINA

Una vez evaluados los riesgos que existen en la máquina he considerado que el Performance level en función del cual se van a definir las funciones de seguridad de esta máquina, corresponde al 'd'.

Este nivel se ha dado a los riesgos que aparecen al considerar los trabajos que involucran a las bobinas; Las funciones de seguridad definidas en esta máquina tienen como objetivo reducir este nivel de riesgo.

Por lo tanto la categoría que doy a todas las funciones de seguridad definidas para esta máquina es **Categoría 3**, esta me permite obtener un PL = d.

La categoría 3 exige que las funciones de seguridad (SRP/CS) deben ser como mínimo diseñadas, construidas, seleccionadas, montadas y combinadas utilizando los principios fundamentales de seguridad para la aplicación considerada (UNE EN ISO 13849-2), de manera que puedan resistir:



- Las solicitaciones de funcionamiento previstas, mediante la fiabilidad en lo que respecta a la capacidad de corte.

- La influencia de los materiales procesados.

- Otras influencias externas relevantes, como vibraciones mecánicas, interferencias electromagnéticas, ...

También exige que se cumplan los “principios de seguridad de eficacia probada”:

- El componente utilizado en la función de seguridad ha sido utilizado en el pasado dando buenos resultados en aplicaciones similares.

- El componente utilizado en la función de seguridad ha sido construido y verificado de acuerdo con principios que demuestran su adecuación y fiabilidad para aplicaciones relativas de seguridad.

La categoría 3 exige que un solo defecto en cualquiera de las partes del sistema no conduzca a la pérdida de dicha función de seguridad. Sin embargo permite que el sistema tenga una tolerancia a un solo fallo con respecto a su función de seguridad; Un solo defecto se debe detectar en el momento de, o antes de, la siguiente solicitud de la función de seguridad. Además se permite que algunos defectos se detecten, pero no todos; y que la acumulación de estos defectos no detectados puedan conducir a la pérdida de la función de seguridad.

El MTTFd del sistema puede ser de bajo a alto; de este modo cuanto mayor es su valor menor es la cobertura de diagnóstico (DC) que se necesita. Pese a todo, **la DC debe ser al menos un 60%**. Con categoría 3 se deben aplicar medidas contra los CCF.

8. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

El coste de dicho estudio de seguridad va en función de las horas dedicadas por el proyectista para su elaboración, teniendo como costo aparte los materiales necesarios para conseguir las medidas de seguridad adecuadas.

El presente estudio fue elaborado en 12 días laborables, en jornadas de trabajo de 8 horas, con lo que son 96 horas de trabajo para su correcta ejecución. Eso quiere decir que si la hora del proyectista es a 30 euros, el coste de este estudio asciende a 2880 euros.

Ahora, los siguientes datos muestra el precio de los elementos requeridos para la seguridad.

Interruptor con enclavamiento para resguardos.

24 VCA/VCC

Modelo TLS1-GD2: energizar bobina para liberar, 2 NC de seguridad, 1 NA auxiliar, 2 NC para solenoide.

Actuador Fully flex.

M20

Referencia 440G-T27252. Allen Bradley.

Cantidad 15.

PVP 182 €/unidad.

Interruptor de posición para resguardo.

24 VCA/VCC

2 NC de seguridad, 2 NA auxiliar.

Roldada de metal en el extremo.

M20

Referencia 440P-MRPB22B.

Allen Bradley.

Cantidad 1.

PVP 29.80 €/unidad.

Relé de Seguridad programable.

SmartGuard 600.

16 Entradas de seguridad, 8 salidas de seguridad, 4 fuentes de prueba de impulsos.

Conexión Device Net compatible con comunicación Standard y con CIP safety.

Categoría 4.

Referencia 1752-L24BBB

Allen Bradley

Cantidad 1.

PVP 1510 €/unidad.

Módulo de ampliación Relé de Seguridad programable.

8 Entradas de seguridad, 8 salidas de seguridad.

Referencia 1791DS-IB8XOB8

Allen Bradley

Cantidad 1.

PVP 708 €/unidad.

Contactor de Seguridad.

3 Contactos de potencia.

Mando 24 VDC.

2 NA auxiliares

2 NC auxiliares utilizados para el feedback al relé de seguridad (IEC 60072-1)

I en curva AC3 110 A

I nominal a 400V 55KW

Referencia 100S-D110EZJ22C

Allen Bradley

Cantidad 2.

PVP 503€ €/unidad.

Contactor de Seguridad.

3 Contactos de potencia.

Mando 24 VDC.

2 NA auxiliares

2 NC auxiliares utilizados para el feedback al relé de seguridad (IEC 60072-1)

I en curva AC3 60 A

I nominal a 400V 32A

Referencia 100S-C60DJ22C

Allen Bradley

Cantidad 2.

PVP 297 €/unidad.

Contactor de Seguridad.

3 Contactos de potencia.
 Mando 24 VDC.
 1 NA auxiliares
 4 NC auxiliares utilizados para el feedback al relé de seguridad (IEC 60072-1)
 I en curva AC3 12 A
 I nominal a 400V 5.5A
 Referencia 100S-C12DJ14C Allen Bradley
 Cantidad 2. PVP 101 €unidad.

Interruptor de potencia.

Montaje Frontal, puerta.
 4 Polos.
 I AC-21A 160A
 Referencia 194E-E160-1754 Allen Bradley
 Cantidad 1. PVP 278 €unidad.
 Referencia 194E-HE8N-175 Allen Bradley
 Cantidad 1. PVP 17,10 €unidad.

Mando interface de operador.

Mando sensitivo de 3 posiciones.
 Mando sin botones adicionales.
 Contactos principales 2 NC.
 Contactos de control 1 NC.
 M 20.
 Referencia 440J-N21TNPM Allen Bradley
 Cantidad 1 PVP 125 €unidad.

Pulsadores de emergencia.

Desbloqueo por rotación.
 Tamaño 40 mm
 Referencia: 800FM-MT44 Allen Bradley
 Cantidad 4. PVP 15,90 €unidad.

Pulsadores funcionales.

NA
 Marcha de color verde
 Referencia: 800FM-F3
 Cantidad. 4 PVP 5,59
 Marcha de color rojo
 Referencia: 800FM-F4
 Cantidad. 4 PVP 5,59

Soporte Contactos.

Soporte metálico.

Referencia: 800F-ALM

Cantidad: 12

PVP 2,15

Bloque de Contactos.

Referencia: 800F-X01

Cantidad 12

PVP 2,17

Bloque de Contactos.

Referencia: 800F-X10

Cantidad 4

PVP 2,17

Interruptores automáticos para protección de los accionamientos.

Modelo1

Int.nominal 2.5

Rango de ajuste de corriente del motor. 1,6...2,5

Referencia 140M-C2E-B25

Allen Bradley

Cantidad 3

PVP 60,60

Modelo2

Int.nominal 32

Rango de ajuste de corriente del motor. 23...32

Referencia 140M-F8E-C32

Allen Bradley

Cantidad 3

PVP 173

9. SISTEMA

Sistema es un software de uso gratuito creado por uso ingenieros alemanes que sirve para calcular el PL de la máquina. Dicho software tiene una librería integrada con los elementos escogidos para las funciones de seguridad. Localizadas todas las situaciones peligrosas, se procedera a introducir los elementos de seguridad para que el programa calcule el performance level de cada situación peligrosa. Si el performance level calculado por sistema es en todas situaciones mayor que el performance level requerido que he calculado a partir del gráfico de riesgos, de la lectura de normas, etc....significará que las soluciones adoptadas por el siguiente estudio son las correctas porque se ha reducido el riesgo hasta un nivel aceptable. Si no fuera igual o superior habría que volver a elegir otros elementos u otra manera de proteger. En el capítulo de los cálculos adjunto el archivo que el software me ha proporcionado.



Pamplona, Julio de 2011

Firmado por
Carlos Odériz Santos
(Ingeniero Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

ESTUDIO SEGURIDAD BOBINADORA IHT

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Carlos Odériz Santos

Tutor: Pedro Gonzaga Veléz

Pamplona, Julio de 2011



ÍNDICE

1. FIJACION DE LOS LIMITES DE LA MAQUINA E IDENTIFICACION DE PELIGROS DE ACUERDO CON LAS NORMAS EN ISO 12100 – 1:2003 Y EN ISO 14121-1:2007. EVALUACION DEL RIESGO SEGÚN UNE-EN-ISO 13489-1.....	2
2. FUNCIONES SE SEGURIDAD DEFINIDAS PARA LA MAQUINA.....	20
2.1. FUNCION DE SEGURIDAD 1.....	20
2.2. FUNCION DE SEGURIDAD 2.....	21
2.3. FUNCION DE SEGURIDAD 3.....	22
2.4. FUNCION DE SEGURIDAD 4: RESGUARDO EMPALMADOR 1, FUNCION DE SEGURIDAD 5: RESGUARDO EMPALMADOR 2.....	23
2.5. FUNCION DE SEGURIDAD 6: PARO EMERGENCIA 1.....	24
2.6. FUNCION DE SEGURIDAD 7: PARO DE EMERGENCIA 2.....	24
2.7. FUNCION DE SEGURIDAD 8: BARRERAS LUMINOSAS.....	25
3. JUSTIFICACION DE LOS MODOS DE FUNCIONAMIENTO.....	25
3.1. MODO NORMAL.....	25
3.2. MODO AJUSTE.....	26
3.3. MODO MANTENIMIENTO.....	26
3.4. PASO DE PAPEL.....	26
3.5. PARO/CAMBIO DE BOBINA.....	27
4. REARME DE LA MAQUINA.....	28



1. FIJACION DE LOS LIMITES DE LA MAQUINA E IDENTIFICACION DE PELIGROS DE ACUERDO CON LAS NORMAS EN ISO 12100 – 1:2003 Y EN ISO 14121-1:2007. EVALUACION DEL RIESGO SEGÚN UNE-EN-ISO 13489-1.

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina:		Bobinadora							
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención			
						S	F	P					
1	Montaje manual y puesta a punto	Manipulación de los elementos que constituyen la máquina.	Caída de Objetos.	Manipulación de elementos pesados de la máquina.	Caída de un objeto pesado que se está manipulando.					Manipulación de las piezas con polipasto adecuado según el peso de la pieza y bien sujetas para evitar desequilibrios de la carga. Montaje realizado por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso. Utilización de equipos de protección individual, botas de seguridad, guantes, gafas. Manipular los objetos pesados			
2	Montaje manual y puesta a punto	Manipulación de los elementos que constituyen la máquina.	Aristas vivas.	Manipulación de elementos de la máquina con aristas vivas.	Golpe con una arista viva de un elemento de la máquina.					Manipulación de las piezas con polipasto adecuado según el peso de la pieza y bien sujetas para evitar desequilibrios de la carga. Montaje realizado por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso. Utilización de equipos de protección individual, botas de seguridad, guantes, gafas.			
3	Montaje manual y puesta a punto	Manipulación de los elementos que constituyen la máquina.	Cortes	Manipulación de elementos cortantes.	Golpe con algún elemento cortante de la máquina.					Montaje realizado por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso. Utilización de equipos de protección individual, botas de seguridad, guantes, gafas, buzo.			
4	Montaje manual y puesta a punto	Manipulación de los elementos que constituyen la máquina.	Aplastamiento	Montaje de elementos pesados de la máquina.	Aproximación de un elemento móvil a una parte fija.					Manipulación de las piezas con polipasto adecuado según el peso de la pieza y bien sujetas para evitar desequilibrios de la carga. Montaje realizado por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso. Utilización de equipos de protección individual, botas de seguridad, guantes, gafas.			
5	Paro/Cambio Bobina	Manipulación de las bobinas a cargar en cada desbobinador	Caída de Objetos.	Manipulación de elementos pesados	Caída de una bobina cuando está siendo cargada.					Manipulación de las bobinas con polipasto adecuado según el peso de dicha bobina y bien sujetas para evitar desequilibrios de la carga. La carga de la bobina debe realizarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso. Epi de utilización obligatoria: botas de seguridad.			
6	Paro/Cambio Bobina	Carga-Descarga de la bobina en el desbobinador.	Aristas vivas.	Manipulación de material pesado en zona con aristas vivas.	Golpe con una arista viva de un elemento de la máquina.					Manipulación de las bobinas con polipasto adecuado según el peso de dicha bobina y bien sujetas para evitar desequilibrios de la carga. La carga de la bobina debe realizarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso			



7	Paro/Cambio Bobina	Carga de la bobina en el desbobinador.	Aplastamiento	Manipulación de elementos pesados	Aproximación de un elemento móvil a una parte fija cuando se inserta el mandrino de la bobina en el anclaje del portabobinas.					Manipulación de las bobinas con polipasto adecuado según el peso de dicha bobina y bien sujetas para evitar desequilibrios de la carga. La carga de la bobina en el anclaje debe realizarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual.
---	--------------------	--	---------------	-----------------------------------	---	--	--	--	--	--

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina:		Bobinadora							
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención			
						S	F	P					
8	Paro/Cambio Bobina	Carga de la bobina en el desbobinador.	Golpe, Atrapamiento, enganche.	Manipulación de elemento acoplado al eje de un motor.	Puesta en marcha intempestiva del motor del desbobinador mientras se está cargando la bobina en dicho desbobinador.	2	2	1	d	Medida explicada a continuación.			



Accionamientos.

Selección de modo de funcionamiento carga-descarga bobina mediante interruptor físico (hardware) que impide un cambio no voluntario de modo.

Dispositivos de corte para evitar embalamiento, UNE-EN_60204-1. Utilización de conjuntos de dos contactores de seguridad comandados por relé de seguridad y situados, uno seguido del otro, aguas arriba de los controles de velocidad. Dichos contactores permiten cortar la energía de los accionamientos evitando una puesta en marcha intempestiva o embalamiento en las situaciones en las que esto supone un riesgo grave para las personas. El hecho de utilizar dos contactores seriados da la redundancia que, por el nivel de riesgo que se genera, exige la norma para obtener un $PLr = d$.

En este modo el corte de la alimentación de los accionamientos se produce al abrir el enclavamiento de cualquier puerta de protección de la máquina, al pulsar uno de los pulsadores de emergencia ó al cortar el haz de una barrera luminosa de seguridad.

Utilización de enclavamientos de dos canales, permiten alcanzar las categorías 3 y 4, con bloqueo y enclavamiento. Tras detener la máquina el PLC habilita la salida que alimenta las bobinas de los interruptores de modo que estos quedan desbloqueados y pueden ser desenclavados. Al desenclavar uno de los interruptores el relé de seguridad ve que uno de sus canales ha quedado abierto, abre sus contactos de salida y desenergiza la bobinas de los contactores (genera un paro de categoría 0); Una vez abiertos los contactores la alimentación de los controles de los accionamientos queda cortada.

Lo mismo ocurre si se pulsa un paro de emergencia o si se corta un haz luminoso de la barrera de seguridad. El rearme del relé es manual y mediante pulsador. Si ha caído alguna barrera esta se rearma con el mismo pulsador que el relé. Utilización de relé de seguridad, de categoría 4, para supervisar el estado de los enclavamientos; categoría de paro 0(inmediata).



Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina:		Bobinadora									
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención					
						S	F	P							
9	Paro/Cambio Bobina	Carga-Descarga de la bobina en el desbobinador.	Aplastamiento, atrapamiento.	Extremidades del cuerpo en contacto con zonas móviles de la máquina.	Movimiento intempestivo de apertura o cierre del portabobinas.					Medida explicada a continuación.					

Soporte portabobinas.

En este caso no hago valoración de PLr ya que según la norma ISO EN 12100 he conseguido eliminar el riesgo mediante la adopción de medidas de seguridad (barreras físicas) en la etapa de diseño.

Selección modo funcionamiento carga-descarga bobina mediante interruptor físico (hardware) que impide un cambio no voluntario de modo.

Imposibilidad de acceder a la zona de carga-descarga de la bobina por laterales debido a la presencia de protección física. La zona de atrapamiento entre brazo móvil-columna fija va cubierta con protección física para impedir el atrapamiento. El puesto de mando para manipular el portabobinas está en una zona desde donde se puede observar posible la presencia de personas junto al brazo de apertura y cierre del portabobinas.

La norma ISO EN 12100 dice que si es posible se debe minimizar el riesgo mediante la adopción de medidas seguras adoptadas en la etapa de diseño de la máquina; De este modo estas protecciones físicas, que forman parte del diseño de la máquina, consiguen reducir en una medida importante el nivel de peligro evaluado para este riesgo; Prácticamente queda eliminado.

Permanece activa la función de seguridad paro de emergencia a doble canal y barrera de seguridad a doble canal. En el momento que la barrera luminosa de seguridad ha detectado presencia de personas en la zona de rebobinado, desenergizo las bobinas de la electroválvula que comanda el movimiento de el soporten cuestión, quedando este fija en la posición en la que se encuentra, además se deja sin presión el circuito neumático. Es obligatorio el uso de ropa y de equipos de protección individual (EPI) adecuados para acceder a la zona de rebobinado.

10	Paro/Cambio Bobina	Carga-Descarga de la bobina en el desbobinador.	Cortes	Manipulación de material entorno a cuchillas de corte.	Movimiento intempestivo de las cuchillas de corte.	2	2	1	d	Medida explicada a continuación.
----	--------------------	---	--------	--	--	---	---	---	---	----------------------------------



Cuchillas de corte.

El cambio de bobina debe realizarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual. Obligatorio el uso de EPI's: botas de seguridad, guantes, ropa adecuada y de manga larga.

Selección modo funcionamiento Cambio Bobina mediante interruptor físico (hardware) que impide un cambio no voluntario de modo.

Cuando se corta un haz luminoso de las barreras de seguridad o cuando se abre una protección con enclavamiento desenergizo las electroválvulas de simple efecto que comandan el movimiento de las cuchillas, de este modo estas quedan elevadas en una posición fija. Este relé de seguridad cae, y abre el circuito de energización, cuando cae el relé principal o cuando pasamos a modo paso papel o a modo cambio bobina.

Imposibilidad de acceder a la zona de carga-descarga de la bobina por laterales debido a la presencia de protección física.

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina:		Bobinadora							
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención			
						S	F	P					
11	Paso Papel	Pasar Material	Aristas vivas.	Manipulación de material en zonas con aristas vivas.	Golpe con una arista viva de un elemento de la máquina.					El material debe pasarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual. Obligatorio el uso de EPI's: botas de seguridad, guantes, ropa adecuada y de manga larga.			
12	Paso Papel	Pasar Material	Cortes	Manipulación de material cerca de elementos cortantes.	Golpe con algún elemento cortante de la máquina.					El material debe pasarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual. Obligatorio el uso de EPI's: botas de seguridad, guantes, ropa adecuada y de manga larga.			
13	Paso Papel	Pasar Material	Cortes	Manipulación de material con bordes cortantes.	Movimiento de las manos entorno a bordes cortantes del papel.					El material debe pasarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual. Obligatorio el uso de EPI's: botas de seguridad, guantes, ropa adecuada y de manga larga.			
14	Paso Papel	Pasar Material	Cortes	Manipulación de material entorno a cuchillas de corte.	Movimiento intempestivo de las cuchillas de corte.	2	2	1	d	Medida explicada a continuación.			



Cuchillas de corte.

El material debe pasarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual. Obligatorio el uso de EPI's: botas de seguridad, guantes, ropa adecuada y de manga larga.

Selección modo funcionamiento Paso Papel mediante interruptor físico (hardware) que impide un cambio no voluntario de modo. Cuando se corta un haz luminoso de las barreras de seguridad o cuando se abre una protección con enclavamiento desenergizo las electroválvulas de simple efecto que comandan el movimiento de las cuchillas, de este modo estas quedan elevadas en una posición fija. Este relé de seguridad cae, y abre el circuito de energización, cuando cae el relé principal o cuando pasamos a modo paso papel o a modo cambio bobina. Imposibilidad de acceder a la zona de carga-descarga de la bobina por laterales debido a la presencia de protección física.

15	Paso Papel	Pasar Material	Aplastamiento, atrapamiento.	Manipulación en zonas próximas a partes móviles de la máquina.	Movimiento intempestivo de elementos móviles de la máquina.	1	2	1	b	Medida explicada a continuación.
----	------------	----------------	------------------------------	--	---	---	---	---	---	----------------------------------

Partes móviles que no son accionamientos.

El material debe pasarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual. Obligatorio el uso de EPI's: botas de seguridad, guantes, ropa adecuada y de manga larga. En este caso considero las partes móviles que pueden ocasionar situaciones de riesgo pero que no son accionamientos, p.ej empalmadores. Los accionamientos se exponen más adelante.

En el modo funcionamiento Paso Papel mediante interruptor físico (hardware) que impide un cambio no voluntario de modo. Cuando se corta un haz luminoso de las barreras de seguridad o cuando se abre una protección con enclavamiento desenergizo las electroválvulas de simple efecto que comandan el movimiento de las cuchillas, de este modo estas quedan elevadas en una posición fija. Este relé de seguridad cae, y abre el circuito de energización, cuando cae el relé principal o cuando pasamos a modo paso papel o a modo cambio bobina. Imposibilidad de acceder a la zona de carga-descarga de la bobina por laterales debido a la presencia de protección física. Hay posibilidad de atrapamiento al pasar el papel entorno a empalmadores, pistolas, centradores, calandra y brazo portabobinas. En cuanto a los empalmadores, estos están protegidos mediante protección con enclavamiento. Cuando retiro esta protección abro la alimentación de los accionamientos por lo que evito el riesgo de ser arrastrado por el material mientras manipulo un empalmador y quedar atrapado por este.



Paro de emergencia en botonera próxima a empalmador que ejecuta la función de seguridad paro de emergencia a doble cana. Medida de seguridad implantada en etapa de diseño, que consiste en poner topes en cada empalmador de modo que en la posición empalmador abajo queda un hueco de unos 5mm que impide el atrapamiento de los dedos.

En cuanto a la pistola, al abrir el resguardo de la zona donde se encuentra esta impido su movimiento. Paro de emergencia en botonera próxima a pistola que ejecuta la función de seguridad paro de emergencia a doble canal y que también provoca el paro de la pistola.

En cuanto a la calandra, al abrir el resguardo de la zona donde se encuentra esta impido su movimiento. Paro de emergencia en botonera próxima a calandra que ejecuta la función de seguridad paro de emergencia a doble canal y que también provoca el paro de la calandra.

Riesgo nulo de atrapamiento con brazo portabobinas debido a que, como lo indica la norma ISO EN 12100, se ha conseguido eliminar el riesgo mediante la adopción de medidas de seguridad (barreras físicas) en la etapa de diseño.

Al abrir un enclavamiento o al ejecutar un paro de emergencia dejo sin presión el circuito neumático general. De este modo también imposibilito el desplazamiento de los actuadores neumáticos.

En el modo paso de material, la velocidad de los accionamientos está limitada a 5 m/min por lo que se reduce el riesgo de lesiones graves.

16	Paso Papel	Pasar Material	Atrapamiento, enganche.	Manipulación del material en zonas próximas a rodillos que pueden tener movimiento.	Puesta en marcha intempestiva de los accionamientos.	2	2	1	d	Medida explicada a continuación.
----	------------	----------------	----------------------------	---	--	---	---	---	---	----------------------------------

Accionamientos.

Selección modo funcionamiento Paso Papel mediante interruptor físico (hardware) que impide un cambio no voluntario de modo.

Este interruptor de modo está conectado en doble canal al relé de seguridad; Al pasar al modo paso papel el relé de seguridad recibe confirmación de ello y, mediante una acción selectiva, ejecuta la apertura de los contactores de seguridad de la línea de alimentación de los variadores de control de los accionamientos de bobinado y cuchillas. De este modo no hay posibilidad de que estos arranquen de manera intempestiva.

En modo funcionamiento paso papel permanecen activas las protecciones con enclavamiento que impiden el acceso a la zona de bobinas. Estas protecciones permanecen enclavadas y bloqueadas mientras no he ejecutado el paro de la máquina y esta se ha detenido. Una vez que desenclavo



una de estas protecciones, las cuales están supervisadas por el relé de seguridad de categoría 4, dicho relé de seguridad da la señal de apertura a los contactores de seguridad abriendo el circuito de alimentación de todos los accionamientos y evitando su puesta de marcha intempestiva.

En este modo de funcionamiento hay selectividad de protecciones. Quedan deshabilitadas las barreras luminosas ya que acceder a la zona de rebobinado ya no supone un riesgo.

Otra particularidad la tenemos con las protecciones con enclavamiento de las zonas de pistola y de calandra, si abro estas protecciones desenergizo los accionamientos de rodillos fríos pero no desenergizo los accionamientos de desbobinado 1 y 2, esto es así para posibilitar el paso de papel. Ante esta situación no se genera peligro ya que la velocidad de los accionamientos está limitada a un valor reducido, y aún en caso de que ocurra un embalamiento de algún accionamiento estamos en una zona donde no va a haber riesgo por ello, además tenemos próximo un paro de emergencia.

Deshabilito los enclavamientos de las puertas del suelo y los enclavamientos laterales de la parte inferior de la máquina. Como acaba de quedar explicado esto no supone riesgo alguno para las personas.

Los accionamientos de cuchillas y rebobinador no están energizados en este modo de funcionamiento.

Los accionamientos de los desbobinadores caerán si abro una de las protecciones de las zonas de empalmadores.

17	Paso Papel	Pasar Material	Quemaduras	Manipulación de material en zonas próximas a elementos con alta Temperatura.	Movimiento de extremidades superiores en zonas próximas a aplicador con alta temperatura.					Utilización obligatoria de EPI's: guantes, ropa adecuada de manga larga, gafas. El material debe pasarse por personal cualificado con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual. Valorar temperatura de superficies según norma EN 563. Pasar material con máquina en modo mantenimiento, la pistola permanece en posición segura. Puesto de mando en zona con visibilidad completa de la zona de la pistola. Señalización de peligro por quemaduras en zonas visibles de la pistola.
----	------------	----------------	------------	--	---	--	--	--	--	---



18	Paso Papel	Pasar Material	Enfermedades por irradiación de luz ultravioleta.	Manipulación de material en zonas próximas a lámparas que irradian luz ultravioleta.	Movimiento de extremidades superiores en zonas próximas a aplicador con alta temperatura.	2	1	1	c	Cubrimiento de chapa que impide mirar directamente a la zona de irradiación de las lámparas. Cuando cae el relé de seguridad quito la señal de secado, esto hace que se cierre el obturador de las lámparas y además estas disminuyen su potencia a un nivel que no supone riesgo. Para acceder a la zona en la que se encuentran las lámparas tengo que desenclavar alguna protección, por lo que caerá el relé de seguridad. Distancia mínima entre la zona de irradiación de las lámparas y el rodillo sobre el que irradian.
----	------------	----------------	---	--	---	---	---	---	---	--

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina	Bobinadora							
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención		
						S	F	P				
19	Modo Normal. Bobinado Automático	Funcionamiento de la maquina en automático	Aplastamiento. Atrapamiento.	Atrapamiento de extremidades.	Atrapamiento con elementos móviles (pistola, calandra, brazo portabobinas rebobinador, cuchillas)	2	1	1	c	Medida explicada a continuación.		

Elementos móviles. (Aquí no incluyo los accionados por motores)

Selección del modo normal mediante un selector físico que impide el cambio de modo de forma accidental ó por error de software, y conectado a doble canal del relé de seguridad para dar constancia a este de que no se encuentra en otros modos de funcionamiento en los que, por necesidades operativas, se deshabilitan ciertos elementos de seguridad.

Todos los elementos móviles de la máquina se encuentran protegidos por cerramientos con enclavamiento y bloqueo. Estas protecciones permanecen enclavadas y bloqueadas mientras no he ejecutado el paro de la máquina y esta se ha detenido. Una vez que se desbloquea y posteriormente se desenclava una de las protecciones, las cuales están supervisadas por el relé de seguridad de categoría 4, el propio relé de seguridad actúa impidiendo el movimiento de los elementos móviles. En el caso de elementos accionados neumáticamente, por una parte se desenergizan las bobinas de las electroválvulas que comandan su movimiento, con lo cual el actuador queda fijo en la posición que se encuentra, y por otra se deja el circuito neumático principal sin aire.



En cuanto a los empalmadores, estos están protegidos mediante protección con enclavamiento. Los cerramientos de los empalmadores solo queda desenclavada una vez que la máquina ha sido detenida, bien por paro funcional bien por paro de emergencia, cuando retiro esta protección abro la alimentación de los accionamientos por lo queda seguro que estos no van a ponerse en marcha. Evito el riesgo de ser arrastrado por el material mientras manipulo un empalmador y quedar atrapado por este, lo cual puede tener consecuencias graves.

Existencia de pulsadores de emergencia en zonas accesibles, fuera de peligro de la máquina, y próximos a elementos móviles cuya acción bien impide los movimientos de los elementos móviles.

Los elementos móviles (aquí no incluyo los accionados por motores) que pueden ocasionar riesgos son la calandra, el soporte portabobinas y los empalmadores.

En cuanto a las cuchillas su riesgo queda eliminado ya que Cuando se corta un haz luminoso de las barreras de seguridad o cuando se abre una protección con enclavamiento desenergizo las electroválvulas de simple efecto que comandan el movimiento de las cuchillas, de este modo estas quedan elevadas en una posición fija. Este relé de seguridad cae, y abre el circuito de energización, cuando cae el relé principal o cuando pasamos a modo paso papel o a modo cambio bobina.

Marcha de la máquina desde panel de mando estando este en zona con completa visibilidad del arrastre.

20	Modo Normal. Bobinado Automático	Funcionamiento de la maquina en automático	Aplastamiento. Atrapamiento.	Atrapamiento de extremidades en zona de desbobinadores y rodillo frío.	Atrapamiento con elementos accionados por motores.	2	2	1	d	Medida explicada a continuación.
21	Modo Normal. Bobinado Automático	Funcionamiento de la maquina en automático	Golpes.	Golpe, abrasión en zona de rebobinado	Golpe, abrasión.	1	2	1	b	Medida explicada a continuación.



Accionamientos.

En las zonas de desbobinado el riesgo es grave ya que hay posibilidad de atrapamiento, quemaduras por abrasión e incluso amputación cuando se trabaja en zonas próximas a las bobinas girando a gran velocidad o en zonas por donde pasa el material, también a gran velocidad. La frecuencia es elevada ya que es necesario entrar en contacto con estos elementos más de una vez al día, y es un riesgo que se puede evitar si no nos situamos cerca de estos elementos cuando la máquina está trabajando a gran velocidad. Todo esto lleva a un $PLr=d$.

En el modo normal mediante un selector físico que impide el cambio de modo de forma accidental ó por error de software, y conectado a relé de seguridad para dar constancia a este de que no se encuentra en otros modos de funcionamiento en los que, por necesidades operativas, se deshabilitan ciertos elementos de seguridad.

Dispositivos de corte para evitar embalamiento, UNE-EN_60204-1. Utilización de conjuntos de dos contactores de seguridad comandados por relé de seguridad y situados, uno seguido del otro, aguas arriba de los controles de velocidad. Dichos contactores permiten cortar la energía de los accionamientos evitando una puesta en marcha intempestiva o embalamiento en las situaciones en las que esto supone un riesgo grave para las personas. El hecho de utilizar dos contactores seriados da la redundancia que, por el nivel de riesgo que se genera, exige la norma para obtener un $PLr = d$.

En este modo el corte de la alimentación de los accionamientos se produce al abrir el enclavamiento de cualquier puerta de protección de la máquina, al pulsar uno de los pulsadores de emergencia ó al cortar el haz de una barrera luminosa de seguridad.

Para evitar el acceso a las zonas de riesgo se utilizan interruptores de puerta de dos canales, con bloqueo y enclavamiento. Tras detener la máquina el PLC habilita la salida que alimenta las bobinas de los interruptores de modo que estos quedan desbloqueados y pueden ser desenclavados. Al desenclavar uno de los interruptores el relé de seguridad ve que uno de sus canales ha quedado abierto, abre sus contactos de salida y desenergiza la bobinas de los contactores (genera un paro de categoría 0); Una vez abiertos los contactores la alimentación de los controles de los accionamientos queda cortada.

Lo mismo ocurre si se pulsa un paro de emergencia o si se corta un haz luminoso de la barrera de seguridad. El rearme del relé es manual y mediante pulsador. Si ha caído alguna barrera esta se rearma con el mismo pulsador que el relé. Utilización de relé de seguridad, de categoría 4, para supervisar el estado de los enclavamientos; categoría de paro 0(inmediata).



En las zonas de **bobinado** el riesgo **no es grave**, si se accede a la zona cuando la máquina está en movimiento nos podemos golpear con esta y nos puede tirar, pero por el sentido de giro que va a llevar lo hará hacia el exterior. Si además se entra sin la ropa adecuada es probable sufrir quemaduras por abrasión. Pero la propia bobina hace de barrera física que impide el acceso a otras zonas donde sí habría riesgos graves de atrapamiento. La frecuencia es elevada ya que es necesario acceder a esta zona más de una vez al día, y es un riesgo que se puede evitar si se entra en dicha zona cuando los accionamientos aún no se han detenido. Todo esto lleva a un PLr=b.

En el caso de la zona de rebobinado no hay riesgo de que pueda ocurrir un atrapamiento con consecuencias graves, ya que la propia bobina hace de barrera física impidiendo, a su vez, la posibilidad de alcanzar las cuchillas con las extremidades.

El riesgo que puede haber al entrar en la zona de rebobinado es de golpe y abrasión por contacto entre una parte del cuerpo y la bobina girando. Para minimizar este riesgo se emplean las barreras luminosas de seguridad; al cortar un haz de una barrera se ejecuta un paro de emergencia de los accionamientos. Este consiste en un paro controlado y tras el tiempo de duración de este se abre la alimentación de los accionamientos. El paro controlado se prolonga durante un tiempo de 3s.

22	Modo Normal. Bobinado Automático	Funcionamiento de la máquina en automático	Quemaduras	Proximidad de parte del cuerpo con elementos de la máquina con altas temperaturas.	Contacto de extremidades superiores con el aplicador estando este con alta Temperatura.				El aplicador queda situado detrás de un cerramiento con enclavamiento, el cual como acabo de comentar, no puede ser abierto hasta detener la máquina. Utilización obligatoria de EPI's: guantes, ropa adecuada de manga larga, gafas. Valorar temperatura de superficies según norma EN 563. Señalización de peligro por quemaduras en zonas visibles de la pistola.
----	-------------------------------------	--	------------	--	---	--	--	--	---

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina		Bobinadora								
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención				
						S	F	P						
23	Modo Ajuste.	Ajuste de la pistola	Aplastamiento. Atrapamiento.	Atrapamiento de extremidades.	Atrapamiento con elementos accionados por motores mientras ajusto la pistola en zona próxima a estos.	1	2	1	b	Medida explicada a continuación.				



Accionamientos.

Selección del modo “Ajuste” mediante un selector físico que impide el cambio de modo de forma accidental ó por error de software, y conectado al relé de seguridad para dar constancia a este del modo de funcionamiento en el que se encuentra.

En este modo de funcionamiento la velocidad de los accionamientos es reducida, además estos sólo funcionan si mantengo pulsado el mando de habilitación. Por lo tanto, En las zonas de **desbobinado** el riesgo ya **no es grave** ya que hay posibilidad de atrapamiento, quemaduras por abrasión e incluso amputación cuando se trabaja en zonas próximas a las bobinas girando a gran velocidad o en zonas por donde pasa el material, también a gran velocidad. La frecuencia es elevada ya que es necesario entrar en contacto con estos elementos más de una vez al día, y es un riesgo que se puede evitar si no nos situamos cerca de estos elementos cuando la máquina está trabajando a gran velocidad. Todo esto lleva a un PLr=b.

Dispositivos de corte para evitar embalamiento, UNE-EN_60204-1. Utilización de conjuntos de dos contactores de seguridad (uno por cada grupo de accionamientos) comandados por relé de seguridad y situados, uno seguido del otro, aguas arriba de los controles de velocidad. Dichos contactores permiten cortar la energía de los accionamientos evitando una puesta en marcha intempestiva o embalamiento en las situaciones en las que esto supone un riesgo grave para las personas.

Existencia de un paro de emergencia en la zona de pistola. Al pulsarlo se genera un paro controlado al mismo tiempo que se habilita un temporizador del relé de emergencia. Una vez transcurrido este tiempo el relé da la señal de apertura de los contactores de seguridad. Presencia de paros de emergencia en otros puntos de la máquina desde los que es visible la zona de ajuste de la pistola. Para evitar el acceso al resto de zonas, se utilizan interruptores de puerta de dos canales, con bloqueo y enclavamiento. Tras detener la máquina el PLC habilita la salida que alimenta las bobinas de los interruptores de modo que estos quedan desbloqueados y pueden ser desenclavados. Al desenclavar uno de los interruptores el relé de seguridad ve que uno de sus canales ha quedado abierto, abre sus contactos de salida y desenergiza la bobinas de los contactores (genera un paro de categoría 0); Una vez abiertos los contactores la alimentación de los controles de los accionamientos queda cortada.

Utilización de mando de habilitación; al pulsar demasiado o soltar este mando de habilitación anula la señal de habilitación de los controles de velocidad de los accionamientos de modo que estos se detienen. Paralelamente a la señal al relé, este saca otra señal al PLC para ejecutar la instrucción de paro de los accionamientos.

El rearme del relé es manual y mediante pulsador.



Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina		Bobinadora										
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención						
						S	F	P								
24	Modo Ajuste.	Ajuste de la pistola	Quemaduras	Manipulación de material en zonas próximas a elementos con alta Temperatura.	Movimiento de extremidades superiores en zonas próximas a aplicador con alta temperatura.	1	2	1	b							

Utilización obligatoria de EPI's: guantes, ropa adecuada de manga larga, gafas.

El ajuste de la pistola debe hacerse por personal cualificado, con experiencia práctica de seguridad relativa al proceso y siguiendo las indicaciones explicadas en el manual.

Valorar temperatura de superficies según norma EN 563.

La pistola permanece en posición segura.

Puesto de mando en zona con visibilidad completa de la zona de la pistola.

Señalización de peligro por quemaduras en zonas visibles de la pistola.

Con estas medidas el riesgo de quemadura con el adhesivo queda prácticamente eliminado.

Aún así utilizo un bimanual para habilitar la purga. Voy a enviar una señal de uno de los botones del bimanual a una entrada del relé de seguridad de modo que dicho relé permite el disparo si estoy en modo ajuste, recibo una señal de disparo del PLC y recibe la señal del botón del bimanual que he cableado a la entrada del relé. El segundo botón del bimanual se cablea al PLC para darle la señal de purga y que este a través de una salida envíe dicha señal al relé de seguridad.

25	Modo Ajuste.	Ajuste de la pistola	Aplastamiento. Atrapamiento.	Atrapamiento de extremidades.	Atrapamiento entre pistola y rodillo siliconado.	2	2	1	d	Medida explicada a continuación.
----	--------------	----------------------	------------------------------	-------------------------------	--	---	---	---	---	----------------------------------

Elementos móviles.

Selección del modo normal mediante un selector físico que impide el cambio de modo de forma accidental ó por error de software, y conectado a doble canal del relé de seguridad para dar constancia a este de que no se encuentra en otros modos de funcionamiento en los que, por necesidades operativas, se deshabilitan ciertos elementos de seguridad.



Todos los elementos móviles de la máquina se encuentran protegidos por cerramientos con enclavamiento y bloqueo. Estas protecciones permanecen enclavadas y bloqueadas mientras no se ha ejecutado el paro de la máquina y esta se ha detenido. Una vez que se desbloquea y posteriormente se desenclava una de las protecciones, las cuales están supervisadas por el relé de seguridad de categoría 4, el propio relé de seguridad actúa impidiendo el movimiento de los elementos móviles, en este caso la pistola. Por una parte se desenergizan las bobinas de las electroválvulas que comandan su movimiento, con lo cual el actuador queda fijo en la posición que se encuentra, y por otra se deja el circuito neumático principal sin aire.

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina	Bobinadora		Año de fabricación:		2009		Pág	8
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención		
						S	F	P				
26	Modo Manual, Mantenimiento.	Mantenimiento.	Aplastamiento. Atrapamiento.	Atrapamiento de extremidades.	Atrapamiento con elementos accionados por motores mientras ajusto la pistola en zona próxima a estos.	2	2	1	d	Medida explicada a continuación.		

Accionamientos.

Selección del modo “Ajuste” mediante un selector físico que impide el cambio de modo de forma accidental ó por error de software, y conectado a doble canal del relé de seguridad para dar constancia a este de que no se encuentra en otros modos de funcionamiento en los que, por necesidades operativas, se deshabilitan ciertos elementos de seguridad.

Dispositivos de corte para evitar embalamiento, UNE-EN_60204-1. Utilización de conjuntos de dos contactores de seguridad comandados por relé de seguridad y situados, uno seguido del otro, aguas arriba de los controles de velocidad. Dichos contactores permiten cortar la energía de los accionamientos evitando una puesta en marcha intempestiva o embalamiento en las situaciones en las que esto supone un riesgo grave para las personas. El hecho de utilizar dos contactores seriados da la redundancia que, por el nivel de riesgo que se genera, exige la norma para obtener un PLr = d.

En este modo el corte de la alimentación de los accionamientos se produce al abrir el enclavamiento de cualquier puerta de protección de la máquina, al pulsar uno de los pulsadores de emergencia ó al cortar el haz de una barrera luminosa de seguridad.



Utilización de enclavamientos de dos canales, permiten alcanzar las categorías 3 y 4, con bloqueo y enclavamiento. Tras detener la máquina el PLC habilita la salida que alimenta las bobinas de los interruptores de modo que estos quedan desbloqueados y pueden ser desenclavados. Al desenclavar uno de los interruptores el relé de seguridad ve que uno de sus canales ha quedado abierto, abre sus contactos de salida y desenergiza la bobinas de los contactores (genera un paro de categoría 0); Una vez abiertos los contactores la alimentación de los controles de los accionamientos queda cortada.

Lo mismo ocurre si se pulsa un paro de emergencia o si se corta un haz luminoso de la barrera de seguridad. El rearme del relé es manual y mediante pulsador. Si ha caído alguna barrera esta se rearma con el mismo pulsador que el relé. Utilización de relé de seguridad, de categoría 4, para supervisar el estado de los enclavamientos; categoría de paro 0(inmediata).

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina	Bobinadora							
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención		
						S	F	P				
27	Modo Manual, Mantenimiento.	Mantenimiento.	Aplastamiento, atrapamiento.	Atrapamiento de Extremidades del cuerpo con la pistola.	Movimiento intempestivo de la pistola mientras una persona está manipulándola.	2	1	1	c			

Elementos móviles.

Selección del modo normal mediante un selector físico que impide el cambio de modo de forma accidental ó por error de software, y conectado a doble canal del relé de seguridad para dar constancia a este de que no se encuentra en otros modos de funcionamiento en los que, por necesidades operativas, se deshabilitan ciertos elementos de seguridad.

Todos los elementos móviles de la máquina se encuentran protegidos por cerramientos con enclavamiento y bloqueo. Estas protecciones permanecen enclavadas y bloqueadas mientras no he ejecutado el paro de la máquina y esta se ha detenido. Una vez que se desbloquea y posteriormente se desenclava una de las protecciones, las cuales están supervisadas por el relé de seguridad de categoría 4, el propio relé de seguridad actúa impidiendo el movimiento de los elementos móviles. En el caso de elementos accionados neumáticamente, por una parte se desenergizan las bobinas de las electroválvulas que comandan su movimiento, con lo cual el actuador queda fijo en la posición que se encuentra, y por otra se deja el circuito neumático principal sin aire.



En cuanto a los empalmadores, estos están protegidos mediante protección con enclavamiento. Los cerramientos de los empalmadores solo queda desenclavada una vez que la máquina ha sido detenida, bien por paro funcional bien por paro de emergencia, cuando retiro esta protección abro la alimentación de los accionamientos por lo queda seguro que estos no van a ponerse en marcha. Evito el riesgo de ser arrastrado por el material mientras manipulo un empalmador y quedar atrapado por este, lo cual puede tener consecuencias graves.

Existencia de pulsadores de emergencia en zonas accesibles, fuera de peligro de la máquina, y próximos a elementos móviles cuya acción bien impide los movimientos de los elementos móviles.

Los elementos móviles (aquí no incluyo los accionados por motores) que pueden ocasionar riesgos son la calandra, el soporte portabobinas y los empalmadores.

En cuanto a las cuchillas su riesgo queda eliminado ya que Cuando se corta un haz luminoso de las barreras de seguridad o cuando se abre una protección con enclavamiento desenergizo las electroválvulas de simple efecto que comandan el movimiento de las cuchillas, de este modo estas quedan elevadas en una posición fija. Este relé de seguridad cae, y abre el circuito de energización, cuando cae el relé principal o cuando pasamos a modo paso papel o a modo cambio bobina.

Marcha de la máquina desde panel de mando estando este en zona con completa visibilidad del arrastre.

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina		Bobinadora		Año de fabricación:		2009		Pág		10	
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1			PLr	Medida de prevención					
						S	F	P							
28	Todos lo Modos.	General	Electrocución, caída.	Manipulación de material en zonas próximas a elementos conductores que, bajo condiciones de fallo, podrían estar con tensión.	Contacto con partes metálicas de la máquina (conductoras) con tensión debido a fallo en aislamiento eléctrico.	2	1	2	d	Medida explicada a continuación.					



Riesgo Eléctrico.

Protección contra contactos indirectos según norma EN 60204-1.

Todas las masas y partes conductoras expuestas deben estar conectadas entre sí y a tierra constituyendo un circuito de protección equipotencial capaz de derivar las corrientes de avería a tierra y así mismo soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos que generan estas corrientes.

Acceso a armarios eléctricos de personal cualificado. Además los armarios eléctricos quedan cerrados con llave.

Pulsadores de paro de emergencia que abre las líneas de alimentación de los accionamientos.

Utilización obligatoria de EPI's: guantes, ropa adecuada de manga larga, botas de seguridad.

Fabricante:		VALCOMELTON S.L.U.		Máquina	Bobinadora						
Ref	Zona peligrosa	Operación	Peligros	Situación de peligro	Desencadenante del Accidente	Evaluación del riesgo. ISO 13849-1				Medida de prevención	
						S	F	P			
29	Todos lo Modos.	General	Quemaduras	Proximidad de parte del cuerpo con elementos de la máquina con altas temperaturas.	Contacto de extremidades superiores con el aplicador estando este con alta Temperatura, o con el adhesivo que está aplicando.					El aplicador queda situado detrás de un cerramiento con enclavamiento, el cual no puede ser abierto hasta detener la máquina. Sólo puedo aplicar adhesivo con la protección cerrada. Utilización obligatoria de EPI's: guantes, ropa adecuada de manga larga, gafas. Valorar temperatura de superficies según norma EN 563. Señalización de peligro por quemaduras en zonas visibles de la pistola.	
30	Todos lo Modos.	General	Exposición a radiación ultravioleta	Proximidad de parte del cuerpo con elementos de la máquina que son fuente de radiación ultravioleta.	Contacto de extremidades superiores con las lámparas emisoras de radiación ultravioleta.					No puedo acceder a la zona de las lámparas emisoras de radiación ultravioleta sin abrir una de las protecciones con enclavamiento. Al desenclavar un interruptor elimino la señal de secado, esto hace que se cierre el obturador de las lámparas y además estas disminuyen su potencia a un nivel que no supone riesgo. Distancia mínima entre la zona de irradiación de las lámparas y el rodillo sobre el que irradian.	

2. FUNCIONES DE SEGURIDAD DEFINIDAS PARA LA MÁQUINA

En este apartado justifico las funciones de seguridad diseñadas en esta máquina, para ello me baso en la norma UNE-EN ISO 13849-1.

2.1. FUNCIÓN DE SEGURIDAD 1

Esta función de seguridad se utiliza para proteger contra un riesgo evaluado con un $PL_r = d$. Consta de resguardos con enclavamiento para proteger de una zona por la que pasa papel con gran velocidad que puede provocar arrastre y atrapamiento. Los riesgos son golpe y atrapamiento con la posibilidad de quemaduras por abrasión e incluso mutilación.

Estructura de la función de seguridad:

- Entradas: 8 interruptores con bloqueo y enclavamiento, con doble contacto y conectados en serie. Incluye los resguardos de las zonas:
 - Rodillos fríos, lateral inferior dra e izq.
 - Placas de la zona de paso (suelos 1 y 2)
 - Lateral inferior en la zona del desbobinador 2.
- Lógica: Relé de seguridad Smart Guard 600. Hay detección de cortocircuitos entre los dos canales de entrada de esta función de seguridad
- Salidas: 2 contactores con contactos ligados mecánicamente y con feedback para informar de su estado al relé de seguridad.

Función de seguridad redundante con monitorización del estado de los contactores (feedback del contactor). Al seriar los interruptores con enclavamiento la cobertura de diagnóstico de la entrada del sistema (de la función de seguridad) disminuye al 60%, corresponde a un nivel de DC bajo.

De este modo tengo una función de seguridad con categoría 3, una probabilidad de fallos por hora baja y un DC bajo; todo, junto con la detección de cortocircuito en los canales de entrada de dicha función de seguridad, me da un PL resultante $PL = d$. Como el $PL_r = d = PL$, esta función de seguridad me protege contra el riesgo que he definido.

Todas las puertas tienen un elemento de cierre el cual permanece bloqueado eléctricamente y enclavado cuando la máquina está en marcha. Para poder desbloquearlos debemos parar la máquina. Una vez que todos los accionamientos se han detenido el PLC manda una señal a las bobinas de los enclavamientos para energizar sus bobinas y desbloquearlos. Cuando abro la protección y, por lo tanto, desenclavo el interruptor tiro el relé de seguridad. Al tirar el relé de seguridad abro los contactores cortando la alimentación de los accionamientos. En cada línea de alimentación de los accionamientos monto dos contactores así me aseguro de que la línea siempre queda abierta. Como he comentado utilizo el feedback de los contactores para informar del estado de este al relé de seguridad.

Con esta configuración de la función de seguridad aseguro que cuando se accede a una zona de riesgo los accionamientos se han detenido, bien porque han seguida la rampa de desaceleración, bien porque al tirar el relé los desenergizo.

2.2. FUNCION DE SEGURIDAD 2

Esta función de seguridad se utiliza para proteger contra un riesgo evaluado con un $PL_r = d$. Consta de resguardos con enclavamiento para proteger de una zona en la que hay bobinas girando a gran velocidad y por la que pasa papel con gran velocidad que puede provocar arrastre y atrapamiento contra la pistola, como elemento principal, y contra otros elementos. Los riesgos son golpe y atrapamiento con la posibilidad de quemaduras por abrasión e incluso mutilación.

Estructura de la función de seguridad:

- Entradas: 1 interruptores con bloqueo y enclavamiento, con doble contacto y conectados en serie. Engloba los resguardos de la zona de la pistola.
- Lógica: Relé de seguridad Smart Guard 600. Hay detección de cortocircuitos entre los dos canales de entrada de esta función de seguridad
- Salidas: 2 contactores con contactos ligados mecánicamente y con feedback para informar de su estado al relé de seguridad.

Función de seguridad redundante con monitorización del estado de los contactores (feedback del contactor). Ahora sólo tengo un interruptor con enclavamiento, por lo que la cobertura de diagnóstico de la entrada del sistema (de la función de seguridad) es del 99%, corresponde a un nivel de DC alto.

De este modo tengo una función de seguridad con categoría 3, una probabilidad de fallos por hora baja y un DC alto; todo, junto con la detección de cortocircuito en los canales de entrada de dicha función de seguridad, me da un PL resultante $PL=e$. Como el $PL_r = d$ que es menor al $PL=e$, esta función de seguridad me protege contra el riesgo que he definido.

Todas las puertas tienen un elemento de cierre el cual permanece bloqueado eléctricamente y enclavado cuando la máquina está en marcha. Para poder desbloquearlos debemos parar la máquina. Una vez que todos los accionamientos se han detenido el PLC manda una señal a las bobinas de los enclavamientos para energizar sus bobinas y desbloquearlos. Cuando abro la protección y, por lo tanto, desenclavo el interruptor tiro el relé de seguridad. Al tirar el relé de seguridad abro los contactores cortando la alimentación de los accionamientos. En cada línea de alimentación de los accionamientos monto dos contactores así me aseguro de que la línea siempre queda abierta. Como he comentado utilizo el feedback de los contactores para informar del estado de este al relé de seguridad.

Con esta configuración de la función de seguridad aseguro que cuando se accede a una zona de riesgo los accionamientos se han detenido, bien porque han seguida la rampa de desaceleración, bien porque al tirar el relé los desenergizo.

2.3. FUNCION DE SEGURIDAD 3

Esta función de seguridad se utiliza para proteger contra un riesgo evaluado con un $PL_r = d$. Consta de resguardos con enclavamiento para proteger de una zona en la que hay bobinas girando a gran velocidad y por la que pasa papel con gran velocidad que puede provocar arrastre y atrapamiento contra la pistola, como elemento principal, y contra otros elementos. Los riesgos son golpe y atrapamiento con la posibilidad de quemaduras por abrasión e incluso mutilación.

Estructura de la función de seguridad:

- Entradas: 3 interruptores con bloqueo y enclavamiento, con doble contacto y conectados en serie. Engloba los resguardos de la zona de calandra y resguardos laterales superior dra e izq.
- Lógica: Relé de seguridad Smart Guard 600. Hay detección de cortocircuitos entre los dos canales de entrada de esta función de seguridad
- Salidas: 2 contactores con contactos ligados mecánicamente y con feedback para informar de su estado al relé de seguridad.

Función de seguridad redundante con monitorización del estado de los contactores (feedback del contactor). Al seriar los interruptores con enclavamiento la cobertura de diagnóstico de la entrada del sistema (de la función de seguridad) disminuye al 60%, corresponde a un nivel de DC bajo.

De este modo tengo una función de seguridad con categoría 3, una probabilidad de fallos por hora baja y un DC bajo; todo, junto con la detección de cortocircuito en los canales de entrada de dicha función de seguridad, me da un PL resultante $PL = d$. Como el $PL_r = d = PL$, esta función de seguridad me protege contra el riesgo que he definido.

Todas las puertas tienen un elemento de cierre el cual permanece bloqueado eléctricamente y enclavado cuando la máquina está en marcha. Para poder desbloquearlos debemos parar la máquina. Una vez que todos los accionamientos se han detenido el PLC manda una señal a las bobinas de los enclavamientos para energizar sus bobinas y desbloquearlos. Cuando abro la protección y, por lo tanto, desenclavo el interruptor tiro el relé de seguridad. Al tirar el relé de seguridad abro los contactores cortando la alimentación de los accionamientos. En cada línea de alimentación de los accionamientos monto dos contactores así me aseguro de que la línea siempre queda abierta. Como he comentado utilizo el feedback de los contactores para informar del estado de este al relé de seguridad.

Con esta configuración de la función de seguridad aseguro que cuando se accede a una zona de riesgo los accionamientos se han detenido, bien porque han seguida la rampa de desaceleración, bien porque al tirar el relé los desenergizo.

2.4. FUNCION DE SEGURIDAD 4: RESGUARDO EMPALMADOR 1, FUNCION DE SEGURIDAD 5: RESGUARDO EMPALMADOR 2

Esta función de seguridad se utiliza para proteger contra un riesgo evaluado con un $PL_r = d$. Consta de resguardos con enclavamiento para proteger de una zona en la que hay bobinas girando a gran velocidad y de otra por la que pasa papel con gran velocidad que puede provocar arrastre y atrapamiento. Los riesgos son golpe y atrapamiento con la posibilidad de quemaduras por abrasión e incluso mutilación.

Estructura de la función de seguridad:

- Entradas: Un interruptor con bloqueo y enclavamiento, con doble contacto.
- Lógica: Relé de seguridad Smart Guard 600. Hay detección de cortocircuitos entre los dos canales de entrada de esta función de seguridad
- Salidas: 2 contactores con contactos ligados mecánicamente y con feedback para informar de su estado al relé de seguridad.

Función de seguridad redundante con monitorización del estado de los contactores (feedback del contactor). Al ser un sistema cuya única entrada es el enclavamiento a doble canal, la cobertura de diagnóstico de la entrada del sistema (de la función de seguridad) es del 99%, que corresponde a un nivel de DC alto.

De este modo tengo una función de seguridad con categoría 3, una probabilidad de fallos por hora baja y un DC alto; todo, junto con la detección de cortocircuito en los canales de entrada de dicha función de seguridad, me da un PL resultante $PL=e$.

El $PL_r = d$ que es menor $PL=e$, esta función de seguridad me protege contra el riesgo que he definido.

Las puertas tienen un elemento de cierre el cual permanece bloqueado eléctricamente y enclavado cuando la máquina está en marcha. Para poder desbloquearlos debemos parar la máquina. **Una vez que todos los accionamientos se han detenido el PLC manda una señal a las bobinas de los enclavamientos para energizar sus bobinas y desbloquearlos.** Cuando abro la protección y, por lo tanto, desenclavo el interruptor tiro el relé de seguridad. Al tirar el relé de seguridad abro los contactores cortando la alimentación de los accionamientos. En **cada línea** de alimentación de los accionamientos monto dos contactores así me aseguro de que la línea siempre queda abierta. Como he comentado utilizo el feedback de los contactores para informar del estado de este al relé de seguridad.

Con esta configuración de la función de seguridad aseguro que cuando se accede a una zona de riesgo los accionamientos se han detenido, bien porque han seguida la rampa de desaceleración, bien porque al tirar el relé los desenergizo.

2.5. FUNCION DE SEGURIDAD 6: PARO EMERGENCIA 1

Esta función de seguridad se ha dimensionado para proteger contra el riesgo con el PLr más elevado de la máquina, $PLr=d$. Consta de pulsadores de emergencia para detener la máquina en el caso de que ocurra una situación de riesgo.

Estructura de la función de seguridad:

- Entradas: 2 pulsadores de emergencia, con doble contacto. Se trata de los pulsadores de emergencia de la zona del desbobinador 1.
- Lógica: Relé de seguridad Smart Guard 600. Hay detección de cortocircuitos entre los dos canales de entrada de esta función de seguridad
- Salidas: 2 contactores con contactos ligados mecánicamente y con feedback para informar de su estado al relé de seguridad.

Función de seguridad redundante con monitorización del estado de los contactores (feedback del contactor). Al seriar los pulsadores de emergencia la cobertura de diagnóstico de la entrada del sistema (de la función de seguridad) disminuye al 60%, corresponde a un nivel de DC bajo.

De este modo tengo una función de seguridad con categoría 3, una probabilidad de fallos por hora baja y un DC bajo; todo, junto con la detección de cortocircuito en los canales de entrada de dicha función de seguridad, me da un PL resultante $PL=d$. Como el PLr considerado es “d” y el PL obtenido es d, esta función de seguridad me protege contra el riesgo que he definido.

Cuando pulso un paro de emergencia doy una señal para ejecutar un paro controlado, por otro lado habilito una función temporizada del relé de emergencia de modo que si transcurrido ese tiempo no se han detenido los accionamientos abro los contactores cortando la alimentación de los accionamientos. En cada línea de alimentación de los accionamientos monto dos contactores así me aseguro de que la línea siempre queda abierta. Como he comentado utilizo el feedback de los contactores para informar del estado de este al relé de seguridad.

2.6. FUNCION DE SEGURIDAD 7: PARO DE EMERGENCIA 2

Igual que la función de seguridad 6: Paro de emergencia_1.
Los pulsadores de emergencia que intervienen en esta función son los de la zona del desbobinador 2.

2.7. FUNCION DE SEGURIDAD 8: BARRERAS LUMINOSAS

Esta función de seguridad se utiliza para proteger contra un riesgo evaluado con un $PL_r = d$. Consta de barreras luminosas para detener la máquina en el caso de que alguien entre en la zona de rebobinado. En la medida de seguridad nº21 he definido y evaluado el riesgo presente en la zona de rebobinado y se ve como el resultado de la evaluación es un $PL_r = b$.

Estructura de la función de seguridad:

- Entradas: 2 barreras luminosas, con doble contacto.
- Lógica: Relé de seguridad Smart Guard 600. Hay detección de cortocircuitos entre los dos canales de entrada de esta función de seguridad
- Salidas: 2 contactores con contactos ligados mecánicamente y con feedback para informar de su estado al relé de seguridad.

Función de seguridad redundante con monitorización del estado de los contactores (feedback del contactor). Las barreras son de categoría 2, sin embargo el fabricante asegura un Performance Level (PL) “d”.

El relé de seguridad y los contactores me aseguran una tasa de fallos por hora muy bajo y dan como resultado un $PL = d$.

Por lo tanto el PL resultante para esta función de seguridad es “d”.

Como el $PL_r = d = PL$, esta función de seguridad me protege contra el riesgo que he definido.

Cuando accedo a la zona de bobinado y corto el haz luminoso de una de las barreras doy una señal para ejecutar un paro controlado, por otro lado habilito una función temporizada del relé de emergencia de modo que si transcurrido ese tiempo no se han detenido los accionamientos abro los contactores cortando la alimentación de los accionamientos. En cada línea de alimentación de los accionamientos monto dos contactores así me aseguro de que la línea siempre queda abierta. Como he comentado utilizo el feedback de los contactores para informar del estado de este al relé de seguridad.

3. JUSTIFICACION DE LOS MODOS DE FUNCIONAMIENTO

En esta máquina se han definido 5 modos de funcionamiento. No todas las funciones de seguridad van a actuar en todos los modos de funcionamiento.

3.1. MODO NORMAL

En este modo intervienen todas las funciones de seguridad. Por lo tanto queda claro que en este modo trabajamos con seguridad ya que se impide el acceso a todas las zonas de riesgo mientras este existe.



3.2. MODO AJUSTE

En este modo debo poder acceder a la zona de la pistola para poder ajustarla mientras la máquina está en marcha. Para ello debo poder abrir el resguardo de la zona de la pistola sin que tire la máquina, por lo tanto la “función de seguridad 2” queda deshabilitada.

Sin embargo, ante esta situación no existe riesgo grave: Por un lado la velocidad de funcionamiento de la máquina queda limitada a un valor reducido, por lo que el daño como consecuencia de atrapamiento disminuye de grave a leve. Por otro lado los accionamientos solo se ponen en marcha si mantengo presionado el mando de habilitación.

La medida 23 de la evaluación de riesgos muestra la valoración del riesgo que se genera en esta situación. Se puede concluir que se toman las medidas adecuadas para minimizar el impacto del peligro generado al anular la “función de seguridad 2”.

3.3. MODO MANTENIMIENTO

En este modo intervienen todas las funciones de seguridad. Por lo tanto queda claro que en este modo trabajamos con seguridad ya que se impide el acceso a todas las zonas de riesgo mientras este existe.

3.4. PASO DE PAPEL

Trabajamos en este modo cuando es necesario pasar el papel por los diferentes rodillos de la bobinadora. Conforme se pasa el papel a lo largo de la máquina es necesario permitir accesos a las zonas de desbobinadores, rodillos y de paso de papel. Para ello es necesario permitir el funcionamiento de la máquina mientras abro determinados cerramientos con enclavamiento.

((**Para pasar el papel no es necesario trabajar ni con el rebobinador ni con las cuchillas; por lo tanto, en este modo, estos accionamientos van a quedar desenergizados. Al quedar desenergizados ya no se corre riesgo de puesta en marcha intempestiva ni de atrapamiento por lo que también queda deshabilitada la función de seguridad 8: Barreras Luminosas. En este modo se puede acceder a la zona de rebobinado con seguridad.**))

La velocidad de trabajo se reduce a un valor máximo de 5 m/min; esta velocidad nos permite acceder a determinadas zonas de la máquina sin correr riesgos graves. Estas puntos donde se permite el acceso son las zonas sobre los alineadores (se permite levantar las chapas del suelo) y los huecos que quedan en los laterales inferiores de la máquina.

Por lo tanto queda deshabilitada la “función de seguridad 1”. Es necesario acceder a estas zonas para poder sujetar el papel, con las manos, y tirar de el para arrastrarlo hacia el rebobinador. Como el rebobinador no está tirando del papel no hay riesgo de que este último cause arrastre ni atrapamiento.



Entorno a estos laterales, a los que se permite el acceso mientras la máquina está en marcha, no existen rodillos accionados por motores. Por lo tanto no es posible alcanzar con alguna extremidad elementos con movimiento que pueden sufrir embalamiento y ocasionar atrapamientos.

La apertura de los resguardos:

- Resguardos de las zonas de la calandra y de la pistola.
- Resguardos laterales superiores de las zonas de la calandra y de la pistola.

(Estos constituyen los resguardos de las funciones de seguridad 2 y 3)

Va a producir el corte de energía de los accionamientos de los rodillos en frío pero, por razones de funcionalidad, no van a cortar la alimentación de los accionamientos de los desbobinadores. Puedo entrar con seguridad a la zona de rodillos en frío, ya que no hay riesgo de arranque intempestivo, y tirar del material que van soltando los desbobinadores.

La apertura de los resguardos:

- Resguardo del desbobinador 1.
- Resguardo del desbobinador 2.

(Función de seguridad 4 y 5).

Va a producir el corte de energía de los accionamientos de los desbobinadores 1 y 2.

3.5. PARO/CAMBIO DE BOBINA

En este modo intervienen todas las funciones de seguridad. Por lo tanto queda claro que en este modo trabajamos con seguridad ya que se impide el acceso a todas las zonas de riesgo mientras este existe.

Elementos móviles:

- Calandra.
- Pistola.
- Brazo soporte rebobinador.
- Cuchillas.

Al abrir cualquier protección, cortar un haz de la barrera luminosa de seguridad o pulsar uno de los paros de emergencia, desenergizo las bobinas de las electroválvulas que comandan los actuadores neumáticos de los elementos móviles que acabo de exponer. De este modo los actuadores permanecen bloqueados en la posición en la que se encontraban.

A parte de las electroválvulas que comandan el movimiento de cada elemento, se abre la electroválvula principal de modo que el circuito neumático aguas debajo de esta queda despresurizado.

Con estos dos cortes de electroválvulas queda seguro que los actuadores no se van a mover de manera inesperada (redundancia y diversidad).

Al brazo soporte rebobinador hay que añadir las protecciones físicas, que forman parte del diseño de la máquina, que impiden que una extremidad entre en contacto con la zona de movimiento soporte-columna de la máquina y se produzca atrapamiento e incluso mutilación.

Cuando desenergizo las electroválvulas de las cuchillas estas se elevan debido a la acción del retorno muelle (actuador de una posición con retorno muelle).



En cuanto a los empalmadores. Su circuito neumático siempre queda con aire. El acceso a los empalmadores no supone riesgo ya que al abrir la protección desenergizo todos los accionamientos, de este modo estos no pueden funcionar y no hay posibilidad de arrastre ocasionado por el papel con el consecuente atrapamiento con el empalmador.

Se han montado topes de 5mm de modo que si los empalmadores descienden, de manera accidental, mientras manipulamos el material entorno a estos quede minimizado el daño por atrapamiento de los dedos.

4. REARME DE LA MAQUINA

Cada vez que se corta una barrera, se pulsa un paro de emergencia o se abre un resguardo, hay que rearmar la máquina.

El rearme de la máquina es manual.

Voy a diferenciar dos zonas de la máquina, de modo que rearmaré desde una u otra zona en función de donde haya ocurrido el fallo por alarma.

La zona 1 engloba los enclavamientos:

- Función de Seguridad 2.
Encl_zona_pistola.
- Función de seguridad 4.
Enclavamiento zona empalmador desbobinador 1.
- Función de seguridad 6.
Paros de emergencia entorno al desbobinador 1.

La zona 2 engloba los enclavamientos:

- Función de seguridad 1.
Encl_lateral_inf_izq.
Encl_lateral_inf_dra.
Encl_suelo1_1.
Encl_suelo1_2.
Encl_suelo2_1.
Encl_suelo2_2.
Encl_desbobinador2_lat_izq.
Encl_desbobinador2_lat_dra.
- Función de seguridad 3.
Encl_zona_calandra.
Encl_lateral_superior_dra.
Encl_lateral_superior_izq.
- Función de seguridad 5.
Enclavamiento zona empalmador desbobinador 2.



- Función de seguridad 7.
Paros de emergencia entorno al desbobinador 2.
- Función de seguridad 8.
Barreras luminosas en el rebobinador.

De este modo, si la alarma procede de la zona entorno al desbobinador 1 habrá que resetear desde el pulsador presente en esa misma zona.
En caso contrario hay que dirigirse a l



Pamplona, Julio de 2011

Firmado por
Carlos Odériz Santos
(Ingeniero Industrial)